جمهورية مصر العربية
وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية
مركز بحوث الإسكان و البناء

الكود المصرى
لأعمال الطرق الحضرية و الخلوية

الجزء الرابع : مواد الطرق وإختباراتها

اللجنة الدائمة

لإعداد أسس تصميم وأشتراطات تنفيذ أعمال الطرق الحضرية و الخلوية

قرار وزارى رقم ١٦٠ لسنة ١٩٩٨
الطبعة الاولى ١٩٩٨

وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية

مكتب الوزير

قرار وزاري

رقم ١٦٠ لسنة ١٩٩٨

بشأن الكود المصري لأعمال الطرق الحضرية والخلوية

الجزء الرابع : مواد الطرق واختباراتها

وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية

- بعد الاطلاع على القانون رقم (٦) لسنة ١٩٦٤ في شأن أسس تصميم وشروط تنفيذ الأعمال الإنشائية وأعمال البناء.
- وعلى قرار رئيس الجمهورية رقم (٤٦) لسنة ١٩٧٧ في شأن الهيئة العامة لمركز بحوث الإسكان والبناء والتخطيط العمراني .
- وعلى القرار الوزاري رقم (١٦١) لسنة ١٩٩٢ بتشكيل اللجنة الدائمة للكود المصري لأعمال الطرق الحضرية والخلوية.
- وعلى القرار الوزاري رقم (٤٩٢) لسنة ١٩٩٦ بتشكيل اللجنة الرئيسية لأسس تصميم وشروط تنفيذ الأعمال الإنشائية وأعمال البناء.
- وعلى المذكرة المقدمة من السيد الأستاذ الدكتور رئيس اللجنة الدائمة للكود المصري لأعمال الطرق الحضرية والخلوية بتاريخ ٣٠/ ٥/ ١٩٩٨ .

قــــرر

مادة (١) : يتم العمل بالجزء الرابع من الكود المصري لأعمال الطرق الحضرية والخلوية والخاص بمواد الطرق واختباراتها.

مادة (٢) : تلتزم الجهات المعنية والمذكورة في القانون رقم (٦) لسنة ١٩٦٤ بتنفيذ ما جاء بهذا الكود.

مادة (٣) : يتولى مركز بحوث الإسكان والبناء على نشر ما جاء بهذا الكود والتعريف به والتدريب عليه .

مادة (٤) : ينشر هذا القرار في الوقائع المصرية ويعتبر نافذاً بعد مرور ستة أشهر من تاريخ النشر .

صدر في ١٥/ ٦/ ١٩٩٨

وزير الاسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية

استاذ دكتور مهندس / محمد ابراهيم سليمان

بسم الله الرحمن الرحيم

—

الباب الأول
المواد الأولية المستخدمة فى انشاء الطرق

١-١ الاسمنت وأنواعه:

١-١-١ أنواع الاسمنت المستخدم فى أعمال الطرق:

- يكون الاسمنت المستعمل من النوع البورتلاندى العادى أو سريع التصلد أو الاسمنت فائق النعومة ٤١٠٠ أو الاسمنت المقاوم للكبريتات أو الأسمنت البورتلاندى منخفض الحرارة بشرط مطابقة كل نوع لحدود المواصفات القياسيه المصرية والكود المصرى للخرسانة .
- يجب الا يسمح باستخدام اكثر من نوع أو صنف من الاسمنت فى الجزء الخرسانى الواحد من الطريق.

١-١-٢ شروط الاستخدام:

- يجب توريد الاسمنت بموقع العمل على دفعات حسب الحاجة ، ويورد الاسمنت إما سائبا او داخل عبوات ذات وزن محدد وثابت وأن يكون معلوما تاريخ الأنتاج ومدة التخزين ، ويستبعد من الموقع الاسمنت القديم او المتكتل ولا يمكن فركة او الناتج عن تنظيف الاكياس او الموضوع فى اكياس غير اكياسه الاصلية ، كما يجب ألا يستخدم الاسمنت وهو ساخن.
- تكون مع كل شحنه مورده للموقع شهاده من الصانع تثبت مطابقة الشحنة لجميع متطلبات الجودة.
- فى حالة عدم توافر هذه الشهادة او ان الجهة المشرفة على الاعمال اعتبرت ان اختبارات الصانع غير كافيه فتؤخذ عينات طبقا للمواصفات المصرية

لإجراء اختبارات القبول من الشحنات المختلفة (بند١-١-٤-١) وعلى نفقة المقاول.

- تجرى اختبارات دورية (بند ١-١-٤-٢) لاثبات تطابق الشحنات لمتطلبات الجودة المطلوبة.
- إذا أثبتت نتائج الاختبار عدم مطابقة الاسمنت المورد لحدود المواصفات القياسية ، ترفض الشحنة وترحل خارج الموقع على نفقة المقاول.

١-١-٣ التخزين:

يجب ان تكون طريقة التخزين مأمونة وسليمة وتحت مظلات واقية لمنع وصول الرطوبة للاسمنت وعدم تعرضه لاشعة الشمس المباشرة وأن يكون ذلك على طبالي منفصلة وعلى مسافات تسمح بمناولة الاسمنت ويجب ان يغطى الاسمنت بالمشمع الواقى اثناء سقوط الامطار.

١-١-٤ ضبط الجودة:

١-١-٤-١ الفحص وأخذ العينات:

يتم اخذ العينات وإجراء أختبارات قبول الاسمنت طبقا للمواصفات القياسية المصرية فى معامل معتمدة من جهة الإشراف.

١-١-٤-٢ اختبارات ضبط الجودة:

اختبارات القبول:

تجرى اختبارات القبول عند توريد الأسمنت لاول مره او عند توريد شحنات تختلف عن مصدر الشحنة السابقة المختبرة وذلك قبل توريدها وهى:

- النعومة
- ثبات الحجم
- معامل تشبع الجير
- زمن الشك الإبتدائى والنهائى
- مقاومة الضغط
- التحليل الكيميائى

الاختبارات الدورية

- النعومة
- زمن الشك الإبتدائى والنهائى
- مقاومة الضغط

١-١-٤-٣حدود الخواص المطلوبة لكل نوع من انواع الاسمنت وطبقا للمواصفات القياسية المصرية موضحة بالجداول (١-١-١) ، (١-١-٢)

جدول (١-١-١) متوسط جهد الكسر طبقا لحدود المواصفات القياسية المصرية

نوع الأسمنت	جهد الكسر لا يقل عن (كجم/سم٢)			
	يوم واحد	٣ أيام	٧ أيام	٢٨ يوم
١ - بورتلاندى عادى	-	١٨٣	٢٧٥	٣٦٧
٢ - سريع التصلد	-	٢٤٥	٣١٦	٤٠٨
٣ - فائق النعومة ٤١٠٠	١٠٠	٢٥٠	٣٢٥	٤٠٠
٤ - بورتلاندى حديدى ٣٥	-	١١٢	٢١٠	٣٥٠
٥ - مقاوم للكبريتات	-	١٨٠	٢٧٠	-

جدول (١-١-٢) الخواص الطبيعيه والكيميائيه للأسمنت طبقا لحدود المواصفات القياسية المصرية

نوع الأسمنت	بورتلاندي عادي	سريع التصلد	فائق النعومة ٤١٠٠	بورتلاندي حديدي ٣٥	مقاوم للكبريتات
النعومة (جهاز بلين)	٢٥٠٠	٣٥٠٠	٤١٠٠	٢٢٥٠	٢٨٠٠
زمن الشك الابتدائي	٤٥ دقيقه	٤٥ دقيقه	٤٥ دقيقه	٤٥ دقيقه	٤٥ دقيقه
(جهاز فيكات) النهائي	١٠ ساعات	١٠ ساعات	١٠ ساعات	١٠ ساعات	١٠ ساعات
محتوى القلويات (إذا كان المطلوب درجة تركيز قلوية منخفضة)	-	-	-	-	٠,٦٪ بالوزن
الومنيا ثلاثي الكالسيوم	-	-	-	-	٣,٥٪
ثالث أكسيد الكبريت ٪ بالوزن	٣,٥-٣	٣,٥-٣	-	٣,٠٠	٣,٥-٣
معامل الألومنيا ٪ بالوزن	٠,٦٦	٠,٦٦	٠,٦٦	-	٠,٦٦
ثبات الحجم	١٠مم	١٠مم	٠,٥٪ من الطول الأصلي	١٠مم	١٠مم
معامل تشبع الجير	١,٠٢-٠,٦٦	١,٠٢-٠,٦٦	١,٠٢-٠,٦٦	-	١,٠٢-٠,٦٦

١-١-٤-٤ شروط القبول والرفض

يعتبر الاسمنت مطابقا لمتطلبات المواصفات، اذا اجتازت العينة جميع اختبارات الصلاحيه طبقا للمواصفات القياسيه، وفى حالة عدم إجتياز العينة لأى اختبار من اختبارات الصلاحيه تؤخذ عينتان جديدتان من نفس الشحنة وتجرى عليهما جميع الأختبارات، وتعتبر الشحنة مطابقة إذا إجتازت العينات جميع الأختبارات التى اجريت عليها.

١-١-٤-٥ المواصفات القياسية:

م٠ق٠م ١٤٥ / ١٩٧٩ الاسمنت البورتلاندى ذو النعومه ٤١٠٠

م٠ق٠م ٣٧٣ / ١٩٩١ الاسمنت البورتلاندى العادى والاسمنت البورتلاندى سريع التصلد

م٠ق٠م ٩٧٤ / ١٩٩٢ الاسمنت الحديدى

م٠ق٠م ٥٨٣ / ١٩٩٣ الاسمنت البورتلاندى المقاوم للكبريتات

١-٢ حديد التسليح:

١-٢-١ الانواع المستخدمة فى اعمال الطرق المنشأة من الخرسانة الأسمنتية:

يستخدم فى تسليح خرسانة الطرق اسياخ الصلب التى تفى بالمواصفات القياسية المصرية ، كما يمكن استخدام الشبك الملحوم والمطابق للمواصفات القياسية المصرية٠ وفيما يلى انواع اسياخ التسليح المسموح بإستخدامها فى أعمال الطرق.

- صلب طرى عادى رتبه ٣٥/٢٤ او ٤٥/٢٨
- صلب عالي المقاومة رتبة ٥٢/٣٦
- صلب شبك من اسياخ الصلب الملحومة الملساء أو ذات النتوءات أو العضات وهو صلب طرى رتبة ٣٥/٢٤ او ٤٥/٢٨ صار سحبه على البارد ليصبح رتبه ٥٢/٤٥.

و فى حالة الرغبة فى إستخدام أنواع أخرى فيجب إعتمادها مسبقا من جهة الإشراف، وكذلك يجب إستيفاء متطلبات ضبط الجودة المذكورة فى بند رقم ١-٢-٥ من هذا الجزء من الكود. ويكون حديد التسليح المستعمل للفواصل لمنع شروخ الانكماش أو لتسليح الاركان .

١-١-٤-٥ **المواصفات القياسية:**

م٠ق٠م ١٤٥ / ١٩٧٩ الاسمنت البورتلاندى ذو النعومه ٤١٠٠

م٠ق٠م ٣٧٣ / ١٩٩١ الاسمنت البورتلاندى العادى والاسمنت البورتلاندى سريع التصلد

م٠ق٠م ٩٧٤ / ١٩٩٢ الاسمنت الحديدى

م٠ق٠م ٥٨٣ / ١٩٩٣ الاسمنت البورتلاندى المقاوم للكبريتات

١-٢ حديد التسليح:

١-٢-١ الانواع المستخدمة فى اعمال الطرق المنشأة من الخرسانة الأسمنتية:

يستخدم فى تسليح خرسانة الطرق اسياخ الصلب التى تفى بالمواصفات القياسية المصرية ، كما يمكن استخدام الشبك الملحوم والمطابق للمواصفات القياسية المصرية٠ وفيما يلى انواع اسياخ التسليح المسموح باستخدامها فى أعمال الطرق.

- صلب طرى عادى رتبه ٣٥/٢٤ او ٤٥/٢٨
- صلب عالى المقاومة رتبة ٥٢/٣٦
- صلب شبك من اسياخ الصلب الملحومة الملساء أو ذات النتوءات أو العضات وهو صلب طرى رتبة ٣٥/٢٤ او ٤٥/٢٨ صار سحبه على البارد ليصبح رتبه ٥٢/٤٥.

و فى حالة الرغبة فى إستخدام أنواع أخرى فيجب إعتمادها مسبقا من جهة الإشراف، وكذلك يجب إستيفاء متطلبات ضبط الجودة المذكورة فى بند رقم ١-٢-٥ من هذا الجزء من الكود. ويكون حديد التسليح المستعمل للفواصل لمنع شروخ الانكماش أو لتسليح الاركان .

١-٢-٢ شهادة المصنع:

يجب ان يصاحب الشحنة الموردة من حديد التسليح المراد استعمالها فى المشروع شهادة صادرة من المصنع شاملة لنتائج اختبارات الحديد ومكان اختباره طبقا للمواصفات القياسية المصرية ، وعلى المهندس القائم بالأشراف على التنفيذ التأكد من نتائج الاختبارات بواسطة اجرائها فى معمل معتمد من جهة الإشراف.

١-٢-٣ العلامات المميزة:

يجب التاكد من وجود العلامات المميزة للمصنع ونوع الحديد على كل سيخ وبشكل واضح ، وايضا تثبت بكل ربطة لوحة صغيرة يوضح عليها ما يلى:

- اسم المصنع المنتج اوعلامته التجارية المميزة
- رتبة الصلب
- المقاس الاسمى
- رقم الصبه وتاريخ انتاجها

١-٢-٤ التوريد والتخزين:

يتم توريد القضبان الصلب على شكل ربطات محكمة ومزودة بلوحة عليها البيانات ، وكذلك شهادة نتائج الاختبارات. تخزن القضبان على منصة مرتفعة عن الأرض ويجب حمايتها من الصدأ أو الأتربة أو التلوث مع مراعاة فصل قضبان الصلب المختلفة الأقطار أو الأصناف بعضها عن بعض.

١-٢-٥ ضبط الجوة:

١-٢-٥-١ الفحص واخذ العينات:

- تؤخذ العينات من حديد التسليح بشكل عشوائي لفحصها طبقا للمواصفات القياسية المصرية ، ويجب ألا يقل طول السيخ المختبر عن متر واحد وألا يحدث للعينة اى معاملة حرارية او ميكانيكية قبل الاختبار ، كما يجب أن

تكون جميع اسياخ حديد التسليح خالية من الأوساخ المضرة أو قشور المصنع أو الصدأ أو الدهان أو الزيت أو غير ذلك من المواد الغريبة أو الزعانف او الشقوق.

- تؤخذ العينة بحيث لا تمثل اكثر من ١٠٠ طن وتقسم كل شحنة الى مجموعات متجانسة من حيث الصنف والقطر كما تؤخذ عدد الاسياخ اللازمة لكل اختبار طبقا للمواصفات القياسية المصرية.

١-٢-٥-٢ الاختبارات المطلوبة:

اذا لم تتوافر الشهادة المذكورة فى بند ١-٢-٢ أو رأت الجهة المشرفة عدم كفاية إختبارات الصانع فيتم اخذ عينات من الشحنه وتجرى اختبارات القبول الاتية على حساب المقاول.

اختبارات القبول :

أ- إختبارات القبول لأسياخ التسليح:

- إختبار الشد
- إختبار الثنى على البارد
- تحديد القطر ومساحة المقطع

ب- إختبارات القبول للشبك الممدد:

- مقاومة القص
- تحديد الابعاد والمقاسات
- اختبار الشد

الاختبارات الدوريه:

- تجرى الإختبارات الدوريه التى تحددها الجهه المشرفه وبناء على طلبها.

١-٢-٦ خواص صلب التسليح الميكانيكية:

يجب ان تطابق الخواص الميكانيكية لصلب التسليح لأغراض التصميم الخواص المنصوص عليها فى المواصفات القياسية المصرية ، كما يجب ان تكون الحدود الدنيا للخواص الميكانيكية لصلب التسليح مكفولة من البائع

والمنتج بحيث لا تقل عن القيم الوارده فى الجدول رقم (١-٢-١) كما يجب التأكد منها باختبارها فى معمل معتمد من جهة الإشراف.

جدول رقم (١-٢-١) الخواص الميكانيكية لأنواع الصلب (الحد الأدنى)

نوع الصلب	الرتبة	حالة سطح الأسياخ	إجهاد الخضوع أو ١.٢ الضمان (كجم/مم٢)	مقاومة الشد القصوى (كجم/مم٢)	النسبة المئوية للأستطالة
صلب طرى عادى	٣٥/٢٤ ٤٥/٢٨	أملس	٢٤ ٢٨	٣٥ ٤٥	٢٠ ١٨
صلب عالى المقاومة	٥٢/٣٦	ذو نتوءات	٣٦	٥٢	١٢
صلب شبك ملحوم مسحوب على البارد	٥٢/٤٥	أملس أو ذو نتوءات أو ذو العضات	٤٥	٥٢	١٠

١-٢-٦-١ **شروط القبول والرفض:**

فى حالة عدم مطابقة نتائج إختبارات الشحنة لمتطلبات المواصفات القياسية المصرية ، تعتبر الشحنة مرفوضة ويجب إزالتها خارج الموقع وعلى نفقة المقاول.

١-٢-٦-٢ **المواصفات القياسية:**

- م ٠ ق ٠ م ٧٦ -١٩٦١ اختبار الشد للمعادن.
- م ٠ ق ٠ م ١٦١٨-١٩٨٦ للشبك المدد المصنوع من الصلب
- م ٠ ق ٠ م ٢٦٢-١٩٨٨ أسياخ الصلب المجلفنة على الساخن لتسليح الخرسانة.

١-٣ الاسفلت وانواعه

يعتبر الاسفلت احد المواد الاساسية المستخدمة في مجالات كثيرة وهامة مثل الرصف والعزل وانتاج مواد حشو الفواصل وحماية الشواطئ وغيرها ويتكون الاسفلت طبقا لتعريف الجمعية الامريكية لإختبار المواد (ASTM) من مواد هيدروكربونية متكونة في الطبيعة او ناتج من عمليات تكرير وتصنيع زيت البترول الخام.

١-٣-١ الاسفلت الصلب : Asphalt Cement

ويمكن تصنيف الاسفلت الصلب طبقا لخاصيتين اما الغرز- Penetration graded Asphalt Cement او اللزوجة المطلقة

Viscosity - graded Asphalt Cement

ويوضح الجدول رقم (١-٣-١) المواصفات القياسية للهيئة العامة للطرق والكبارى والنقل البرى للاسفلت الصلب لعام ١٩٩٠ وهي مصنفة أساسا طبقاً لدرجة الغرز بالإضافة إلى اللزوجة فى درجة ١٣٥ م .

١-٣-٢ الاسفلت السائل : "Cutback Liquid Asphalt"

ويتم انتاج الاسفلت السائل باضافة بعض انواع المذيبات البترولية – خفيفة او متوسطة او بطيئة التطاير – الى الاسفلت الصلب وينقسم الاسفلت السائل طبقا لدرجة تطاير المذيب الى عدة انواع هي:

الاسفلت السائل سريع التطاير "س.ت"

Rapid Curing Cutback Liquid Asphalt (R.C)

وهو عبارة عن اسفلت صلب مخفف بمذيب بترولي سريع التطاير مثل النافثا.

الاسفلت السائل متوسط التطاير : (م.ت)

Meduim Curing Cutback Liquid Asphalt (M.C)

وهو عبارة عن اسفلت صلب مخفف بمذيب بترولي متوسط التطاير مثل الكيروسين

الاسفلت السائل بطئ التطاير "ب.ت"

Slow Curing Cutback Liquid Asphalt (S.C)

وهو عبارة عن اسفلت صلب مخفف بمذيب بترولي بطئ التطاير مثل السولار

وتندرج تحت هذه الانواع عدة درجات مختلفة تعتمد على نسبة المذيب الى الاسفلت الصلب. وتوضح الجداول أرقام (١-٣-٢)،(١-٣-٣)،(١-٣-٤) المواصفات القياسية للهيئة العامة للطرق والكبارى والنقل البرى عام ١٩٩٠ للاسفلت السائل بانواعه المختلفة سريع ومتوسط وبطئ التطاير كما يوضح الجدول رقم (١-٣-٥) المسميات الحديثة للاسفلت السائل سريع ومتوسط التطاير.

جدول رقم (١-٣-١) مواصفات الهيئة العامة للطرق والكبارى والنقل البرى للأسفلت الصلب[1] بأنواعه المختلفة

الخصائص	النوع							
	١٢-٦	٢٠-١٠	٣٠-٢٠	٤٠-٣٠	٥٠-٤٠	٧٠-٦٠	١٠٠-٨٠	٢٠٠-١٨٠
– درجة الغرز (عند ٢٥ °م ، ١٠٠ جم ، ٥ ث) ٠,١ مم	١٢-٦	٢٠-١٠	٣٠-١٠	٤٠-٣٠	٥٠-٤٠	٧٠-٦٠	١٠٠-٨٠	٢٠٠-١٨٠
– درجة حرارة التطرية (بطريقة الكرة والحلقة) °م [2]	١٠٠-٨٠	٧٥-٦٥	٦٨-٥٨	٦٤-٥٤	٦٠-٥٠	٥٥-٤٥	٥٢-٤٢	٤٥-٣٥
– القابلية للسحب عند ٢٥ °م – سم (حد أدنى)	–	٥	٢٥	٦٠	٨٠	٩٠	١٠٠	٥٠
– درجة الوميض بجهاز كليفلاند المفتوح – °م (حد أدنى)	٢٩٠	٢٥٠	٢٥٠	٢٥٠	٢٥٠	٢٥٠	٢٠٠	٢٠٠
– الذوبان في رابع كلوريد الكربون وثالث كلوريد الإيثيلين – ٪ (حد أدنى) [3]	٩٩	٩٩	٩٩	٩٩	٩٩	٩٩	٩٩	٩٩
– اللزوجة عند ١٣٥ °م (٢٧٥ °ف) – سنتي ستوك – (حد أدنى)	–	–	–	–	٣٥٠	٣٢٠	٣٠٠	٢٠٠
– اختبار الطبقة الرقيقة ١/٨ بوصة ، ١٦٢,٨ °م (٣٢٥ °ف) وتسخين لمدة خمسة ساعات : (طبقا لما ينص عنه بالشروط الخصوصية للعمليات)	–	–	–	–	–	–	–	–
* الفاقد بعد التسخين – نسبة مئوية (حد أقصى)	٠,٨	٠,٨	٠,٨	٠,٨	٠,٨	٠,٨	١,٠	١,٣
* الغرز على المتبقي بعد التسخين – نسبة مئوية من الغرز الأصلي (حد أدنى)	–	–	–	–	–	٥٤	٥٠	٤٦
* السحب للمتبقي بعد التسخين عند ٢٥ °م (٧٧ °ف) ، ٥ سم/ دقيقة – حد أدنى	–	–	–	–	–	٥٠	٧٥	١٠٠
اختبار البقعة * في محلول النافثا القياسي * في محلول النافثازايلين	سالب لجميع الأنواع							

(١) تكون المادة متجانسة تجانسا تاماً وخالياً من الماء
(٢) للاسترشاد .
(٣) يجوز الاكتفاء بأحد الاختبارات.
(٤) تحدد نسبة الزايلين فى الشروط الخصوصية للعمليات .

جدول رقم (١-٣-٢) المواصفات القياسية للهيئة العامة للطرق والكبارى والنقل البرى للأسفلت السائل(*) سريع التطاير (R.C)

الخصائص	RC-70 أدنى	RC-70 أقصى	RC-250 أدنى	RC-250 أقصى	RC-800 أدنى	RC-800 أقصى	RC-3000 أدنى	RC-3000 أقصى
— نسبة المياه (٪)	-	٠,٢	-	٠,٢	-	٠,٢	-	٠,٢
— نقطة الاشتعال (جهاز تاج المفتوح) °م (°ف)			٢٦,٧ (٨٠)		٢٦,٧ (٨٠)		٢٦,٧ (٨٠)	
— اللزوجة الكينماتيكية عند ٦٠ °م (١٤٠ °ف) سنتي ستوك	٧٠	١٤٠	٢٥٠	٥٠٠	٨٠٠	١٦٠٠	٣٠٠٠	٦٠٠٠
— لزوجة سيبولت فيورل عند ٥٠ °م (١٢٢ °ف) ثانية	٦٠	١٢٠	٦٠	١٢٠				
— لزوجة سيبولت فيورل عند ٦٠ °م (١٤٠ °ف) ثانية			١٢٥	٢٥٠				
— لزوجة سيبولت فيورل عند ٨٢,٢ °م (١٨٠ °ف) ثانية					١٠٠	٢٠٠	٣٠٠	٦٠٠
— اختبار التقطير (ناتج التقطير نسبة مئوية بالحجم من المقطر الكلي حتى ٣٦٠ °م)								
* حتى ١٩٠ °م	١٠	-						
* حتى ٢٢٥ °م	٥٠	-	٣٥	-	١٥			
* حتى ٢٦٠ °م	٧٠	-	٦٠	-	٤٥	-	٢٥	
* حتى ٣١٥ °م	٨٥	-	٨٠	-	٧٥	-	٧٠	
— المتبقي بعد التقطير حتى درجة حرارة ٣٦٠ °م حجما	٥٥	-	٦٥	-	٧٥	-	٨٠	
— الاختبارات على المتبقي بعد التقطير:								
* الغرز (٢٥ °م ، ١٠٠ جم ، ٥ ث) ٠,١مم	٨٠	١٢٠	٨٠	١٢٠	٨٠	١٢٠	٨٠	١٢٠
* السحب (٢٥ °م ، ٥ سم/ دقيقة) سم	١٠٠	-	١٠٠	-	١٠٠	-	١٠٠	-
* الذوبان في ثالث كلوريد الايثيلين ٪	٩٩		٩٩		٩٩		٩٩	
إختبار البقعة: — مذيب النافتا القياسي	سلبي لجميع الانواع							
— مذيب النافتا الزايلين نسبة مئوية للزايلين	سلبي لجميع الانواع							
— مذيب الهيبتين - الزايلين نسبة مئوية للزايلين	سلبي لجميع الانواع							

ملحوظة (*) لابد ان تكون المادة متجانسة غير منفصلة ولايحدث لها فوران عند تسخينها عند درجات حرارة التشغيل.

جدول رقم (١-٣-٣) المواصفات القياسية للهيئة العامة للطرق والكبارى والنقل البرى للأسفلت السائل(*) متوسط التطاير (M.C)

الخصائص	الدرجة									
	MC-30		MC-70		MC-250		MC-800		MC-3000	
	أدنى	أقصى	أدنى	أقصى	أدنى	أقصى	أدنى	أقصى	أدنى	أقصى
– نسبة الميـــاه (%)	–	٠,٢	–	٠,٢	–	٠,٢	–	٠,٢	–	٠,٢
– نقطة الاشتعال (جهاز تاج المفتوح) °م (°ف)	٣٧,٨ (١٠٠)		٣٧,٨ (١٠٠)		٦٥ (١٥٠)		٦٥ (١٥٠)		٦٥ (١٥٠)	
– اللزوجة الكينماتيكية عند ٦٠ °م (١٤٠ °ف) سنتي ستوك	٣٠	٦٠	٧٠	١٤٠	٢٥٠	٥٠٠	٨٠٠	١٦٠٠	٣٠٠٠	٦٠٠٠
– لزوجة سيبولت فورل عند ٢٥ °م (١٢٢ °ف) ثانية	٧٥	١٥٠								
– لزوجة سيبولت فورل عند ٥٠ °م (١٢٢ °ف) ثانية			٦٠	١٢٠						
– لزوجة سيبولت فورل عند ٦٠ °م (١٤٠ °ف) ثانية					١٢٥	٢٥٠				
– لزوجة سيبولت فورل عند ٨٢,٢ °م (١٨٠ °ف) ثانية							١٠٠	٢٠٠	٣٠٠	٦٠٠
– اختبار التقطير (ناتج التقطير نسبة مئوية بالحجم من المقطر الكلى حتى ٣٦٠ °م)										
* حتى ٢٢٥ °م	–	٢٥	–	٢٠	–	١٠				
* حتى ٢٦٠ °م	٤٠	٧٠	٢٠	٦٠	١٥	٥٥	–	٣٥	–	١٥
* حتى ٣١٥ °م	٧٥	٩٣	٦٥	٩٠	٦٠	٧٨	٤٥	٨٠	١٥	٧٥
– المتبقي بعد التقطير حتى درجة حرارة ٣٦٠ °م حجما	٥٠	–	٥٥	–	٦٧	–	٧٥	–	٨٠	
– الاختبارات على المتبقي بعد التقطير:										
* الغرز (٢٥ °م ، ١٠٠ جم ، ٥ ث) ٠,١مم	١٢٠	٢٥٠	١٢٠	٢٥٠	١٢٠	٢٥٠	١٢٠	٢٥٠	١٢٠	٢٥٠
* السحب (٢٥ °م ، ٥ سم/ دقيقة) سم	١٠٠	–	١٠٠	–	١٠٠	–	١٠٠	–	١٠٠	–
* الذوبان في ثالث كلوريد الايثيلين %	٩٩		٩٩		٩٩		٩٩		٩٩	
– مذيب النافثا القياسي	سالب لجميع الانواع									
– مذيب النافثا الزايلين نسبة مئوية للزايلين	سالب لجميع الانواع									
– مذيب الهيمتين – الزايلين نسبة مئوية للزايلين	سالب لجميع الانواع									

ملحوظة (*) لابد ان تكون المادة متجانسة غير منفصلة ولايحدث لها فوران عند تسخينها عند درجات حرارة التشغيل.

جدول رقم (١-٣-٤) المواصفات القياسية للهيئة العامة للطرق والكبارى والنقل البرى للأسفلت السائل بطيء التطاير (S.C)

الخصائص	ب.ت - صفر S.C.0	ب.ت - ١ S.C-1	ب.ت - ٢ S.C-2	ب.ت - ٣ S.C-3	ب.ت - ٤ S.C-4	ب.ت - ٥ S.C-5	ب.ت - ٦ S.C-6
١- درجة الوميض (جهاز كليفلاند المفتوح) °م	٦٦ +	٦٦+	٧٩,٥+	٩٣+	١٠٧+	١٢١+	١٣٥+
٢- درجة اللزوجة (سايبولت فيورل) بالثوانى							
– فى درجة حرارة ٢٥ °م	١٠٠-٧٥						
– فى درجة حرارة ٥٠ °م		١٠٠-٧٥					
– فى درجة حرارة ٦٠ °م			٢٠٠-١٠٠	٥٠٠-٢٥٠			
– فى درجة حرارة ٨٢ °م					٢٥٠-١٢٥	٦٠٠-٣٠٠	
– فى درجة حرارة ٩٩ °م							٥٠٠-٢٥٠
٣- اختبار التقطير							
(الناتج بالتقطير حتى درجة ٣٦٠ °م نسبة مئوية بالحجم)	٤٠-١٥	٣٠-١٠	٢٥-٥	١٥-٢	حد أقصى ١٠	حد أقصى ٥	حد أقصى ٢
أ - تجربة العوامة على المتبقى بالتقطير فى درجة ٥٠ °م بالثوانى	١٠٠-١٥	١٠٠-٢٠	١٠٠-٢٥	١٢٥-٥٠	١٥٠-٦٠	٢٠٠-٧٥	٣٥٠-١٥٠
ب- درجة غرز الأسفلت المتبقى كنسبة مئوية	٤٠+	٥٠+	٦٠+	٧٠+	٧٥+	٨٠+	٩٠+
جـ- قابلية السحب للأسفلت المتبقى (فى درجة حرارة ٢٥ °م) سم	١٠٠+	١٠٠+	١٠٠+	١٠٠+	١٠٠+	١٠٠+	١٠٠+
٤- الذوبان فى رابع كلوريد الكربون							
– نسبة مئوية	٩٩,٥+	٩٩,٥+	٩٩,٥+	٩٩,٥+	٩٩,٥+	٩٩,٥+	٩٩,٥+
– النسبة المئوية للميـــــــاه (حد أقصى)	٠,٥	٠,٥	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر

جدول رقم (١-٣-٥) المسميات الحديثة للأسفلت السائل

نوع الأسفلت	المسمى الدارج	المسمى الحديث
أسفلت سائل سريع التطاير (Rapid curing)	RC – ١	RC – ٧٠
	RC – ٢	RC – ٢٥٠
	RC- ٣ و RC – ٤	RC – ٨٠٠
	RC – ٥	RC – ٣٠٠٠
أسفلت سائل متوسط التطاير (Medium curing)	MC – ٠	MC – ٣٠
	MC – ١	MC – ٧٠
	MC – ٢	MC – ٢٥٠
	MC – ٣ و MC – ٤	MC – ٨٠٠
	MC – ٥	MC – ٣٠٠

١-٣-٣ المستحلبات الاسفلتية (Emulsified Asphalt)

وهي عبارة عن حبيبات دقيقة من الأسفلت الصلب معلقة في الماء ومضاف اليها مواد كيماوية تساعد على الاستحلاب ومواد تساعد على ثبات المستحلبات دون انفصال، وتنقسم المستحلبات الاسفلتية الى:

- مستحلبات اسفلتية كاتيونية – Cationic – (عامل الإستحلاب يحمل شحنة موجبة).

وتستخدم مع الأحجار الحامضية سالبة الشحنة مثل الركام السيليسى والجرانيت.

- مستحلبات اسفلتية أنيونية – Anionic – (عامل الإستحلاب يحمل شحنة سالبة).

وتستخدم مع الأحجار القاعدية موجبة الشحنة مثل الحجر الجيرى والدولوميت.

- مستحلبات أسفلتية غير أيونية – Nonionic – (عامل الإستحلاب متعادل الشحنة).

وتستخدم مع جميع أنواع الركام.

كما تنقسم هذه الانواع طبقا لدرجة الشك الى :

- مستحلبات اسفلتية سريعة التصلب (R.S) (Rapid Setting)
- مستحلبات اسفلتية متوسطة التصلب (M.S) (Medium Setting)
- مستحلبات اسفلتية بطيئة التصلب (S.S) (Slow Setting)

ويوضح الجدول رقم (١-٣-٦) المواصفات القياسية الخاصة لكل من الجمعية الامريكية لإختبار المواد (ASTM D977 - 93) والاتحاد الامريكي لمسئولي الطرق والنقل بالولايات (AASHTO M140 - 90) للمستحلبات الاسفلتية ذات الشحنة الموجبة (Cationic Emulsified Asphalt)

جدول رقم (١-٣-٦) مواصفات الجمعية الأمريكية لإختبار المواد (ASTM) والاتحاد الامريكي لمسئولي الطرق والنقل بالولايات (AASHTO) للمستحلبات الأسفلتية ذات الشحنة الموجبة

الاختبار	النوع					
	سريع التصلب		متوسط التصلب		بطيء التصلب	
	CRS-1	CRS-2	CMS-2	CMS-2h	CSS-1	CSS-1h
أولاً : التجارب على المستحلب الأسفلتي						
١- اللزوجة في ٢٥ْم بالثانية (سايبولت فيورل)					١٠٠/٢٠	١٠٠/٢٠
٢- اللزوجة في ٥٠ْم بالثانية (سايبولت فيورل)	١٠٠/٢٠	٤٠٠/١٠٠	٤٥٠/٥٠	٤٥٠/٥٠		
٣- ثبات التخزين لمدة ٢٤ ساعة، ٪	١/-	١/-	١/-	١/-	١/-	١/-
٤- اختبار النوع	Passes (يحقق)	Passes (يحقق)				
٥- قابلية الالتصاق ومقاومة المياه						
قابلية الالتصاق بالاحجار الجافة			جيد	جيد		
قابلية الالتصاق بعد الرش			مقبول	مقبول		
قابلية الالتصاق بالاحجار المبللة			مقبول	مقبول		
قابلية الالتصاق بعد الرش			مقبول	مقبول		
٦- اختبار نوع الشحنة	موجبة	موجبة	موجبة	موجبة	موجبة	موجبة
٧- الاختبار المنخلي ٪	٠,١٠/-	٠,١٠/-	٠,١٠/-	٠,١٠/-	٠,١٠/-	٠,١٠/-
٨- الخلط بالأسمنت ٪					٢,٠/-	٢,٠/-
٩- التقطير						
- نسبة الزيوت بالنسبة للمستحلب (٪ بالحجم)	٣/-	٣/-	١٢/-	١٢/-		
- المتبقي ، ٪ (حد أدنى)	٦٠	٦٠	٦٥	٦٥	٥٧	٥٧
ثانياً : التجارب على المتبقي من اختبار التقطير						
١- الغرز (في ٢٥ْم ، ١٠٠ جم ، ٥ ث) ٠,١ مم	٢٥٠/١٠٠	٢٥٠/١٠٠	٢٥٠/١٠٠	٩٠/٤٠	٢٥٠/١٠٠	٩٠/٤٠
٢- السحب (٢٥ْم ، ٥ سم/ دقيقة) سم (حد أدنى)	٤٠	٤٠	٤٠	٤٠	٤٠	٤٠
٣- الذوبان في ثالث كلوريد الايثيلين ، ٪ (حد أدنى)	٩٧,٥	٩٧,٥	٩٧,٥	٩٧,٥	٩٧,٥	٩٧,٥

١-٣-٤ الاسفلت المنفوخ (المؤكسد) : "Air Blown Asphalt"

ويعتبر اكثر انواع الاسفلت صلابة ويتميز بارتفاع درجة حرارة التطرية وانخفاض درجة الغرز لكي يناسب استخدامه في العزل الحراري والمائي.

ويصنف الاسفلت المؤكسد طبقا لدرجتي الغرز والتطرية معا ويمثل الرقم الاول متوسط درجة حرارة التطرية والرقم الثاني يدل على متوسط درجة الغرز ويوضح الجدول رقم (١-٣-٧) المواصفات القياسية المصرية رقم ٦٢/١٩٥ للاسفلت المنفوخ (او المؤكسد كما يسمى احيانا)

جدول رقم (١-٣-٧) المواصفات القياسية المصرية للأسفلت المنفوخ (المؤكسد)

الخصائص	النوع					
	٤٠/٨٥	٢٥/٨٥	١٥/٩٥	١٥/١١٥	١٠/١٣٥	٧/١٥٥
الكثافة عند ٢٥/٢٥ °م	١,٠٥-١,٠	١,٠٦-١,٠١	١,٠٦-١,٠١	١,٠٦-١,٠١	١,٠٧-١,٠٢	١,٠٧-١,٠٢
درجة التطرية (الكرة والحلقة) °م	٩٠/٨٠	٩٠/٨٠	١٠٠/٩٠	١٢٠/١١٠	١٤٠/١٣٠	١٦٠/١٥٠
درجة الغرز (عند ٢٥ °م، ١٠٠ جم، ٥ث) ٠,١مم	٤٥/٣٥	٣٠/٢٠	٢٠/١٠	٢٠/١٠	١٢/٧	١٠/٤
القابلية للسحب (عند ٢٥ °م – سم (حد أدنى)	٣	٣	٣	٢	١	–
الوميض – °م (حد أدنى)	٢٠٠	٢٠٠	٢٠٠	٢٠٠	٢٠٠	٢٠٠
الفاقد بعد التسخين ٪ وزنا (حد أدنى)	٠,٥	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,٢
الذوبان في ثاني كبريتيد الكربون ٪ وزناً (حد أدنى)**	٩٩٩	٩٩	٩٩	٩٩	٩٩	٩٩
الذوبان في رابع كلوريد الكربون ٪ وزنا (حد أدنى)**	٩٩	٩٩	٩٩	٩٩	٩٩	٩٩

* هذا البند غير جوهري بالنسبة للمواصفات ويعطى دلالة على الحد

** أي من هذين الاختبارين يفي بالغرض

١-٣-٥ الأسفلت المستخدم فى تغليف مواسير البرابخ و المواسير المقوسه (المجعده)

(Asphalt used for Coating Corrugated Metal Culvert Pipe and Pipe Arches)

نوع المواسير:

هذه المواصفات تغطى أربعة أنواع من المواسير كالآتى:

النوع الأول : المغلفه تغليفا كليا بالأسفلت.

النوع الثانى : المغلفه نصفيا بالأسفلت ذات العاكس المبلط.

النوع الثالث : المغلفه كليا بالأسفلت ذات العاكس المبلط.

النوع الرابع : المغلفه كليا بالأسفلت ١٠٠٪ مبلطه أو مبطنه.

و يوضح الجدول رقم (١-٣-٨) المواصفات القياسيه للاتحاد الامريكي لمسئولي الطرق والنقل بالولايات (AASHTO M 190-90) والتى يجب إتباعها عند إستخدام هذا النوع من الأسفلت.

جدول رقم (١-٣-٨) المواصفات القياسيه للاتحاد الامريكي لمسئولي الطرق والنقل بالولايات (AASHTO) للأسفلت المستخدم فى تغطية المجرى السفلى والقنطرة للأنابيب

الخصائص	حدود الاختبار
- الذوبان في ثلاثي كلوريد الايثيلين ٪ بالوزن - حد أدنى	٩٩
- الفاقد بالتسخين (حتى ١٦٣ °م) ٪ بالوزن - حد أقصى	١
- الغرز على المتبقى بعد التسخين فى ١٦٣ °م بالنسبة للغرز الاصلى ٪ - حد أدنى	٨٥
- مقاومة الصدمات	مقاوم
- الانسياب (فى ٦٥,٥ °م، ٤ ساعات، ميل زاوية ٤٥ °م) - مم حد أقصى	٦,٤

١-٣-٦ الاسفلت المستخدم في تبطين الترع والأحواض المائية

Asphalt Used In Canal Ditch And Pond Lining

تغطي هذه المواصفات انواع الاسفلت المؤكسد الذي عند استخدامه بسمك مناسب – فوق تربة ملائمة – وتغطيته بمادة تكسيه مناسبة طبقة عازلة للمياه عزلا جيدا تستخدم في تبطين الترع والقنوات المائية.

ويوضح الجدول رقم (١-٣-٩) المواصفات القياسية للجمعية الامريكية لإختبار المواد (ASTM D 2521 - 90) للاسفلت المستخدم في تبطين الترع والقنوات المائية.

جدول رقم (١-٣-٩) المواصفات القياسية للجمعية الأمريكية لإختبار المواد (ASTM) للأسفلت المستخدم فى تبطين الترع والقنوات

الخصائص	الحدود القياسية
– درجة حرارة التطرية (بطريقة الكرة والحلقة) °م	٩٣/٧٩
– درجة الغرز	
• (عند ٢٥°م، ١٠٠جم، ٥ث)	٦٠/٥٠
• (عند صفر°م، ٢٠٠جم، ٦٠ث) (حد أدنى)	٣٠
• (عند ٤٦°م، ٥٠جم، ٥ث) (حد أعلى)	١٢٠
– القابلية للسحب (فى ٢٥°م، ٥سم/دقيقة) سم (حد أدنى)	٣٥
– نقطة الاشتعال (جهاز كليفلاند المفتوح) مº (حد أدنى)	٢١٨
– الذوبان فى ثالث كلوريد الايثيلين – ٪ (حد أدنى)	٩٧
– نسبة الفاقد بعد التسخين بالوزن (حد أعلى)	١،٠
– الغرز على المتبقى بعد التسخين – نسبة مئوية من الغرز الاصلى (حد أدنى)، عند ٢٥°م، ١٠٠جم، ٥ث	٦٠

١-٤ القار المستخدم في الطرق : "Road Tar"

ويمكن استخدام القار في رصف الطرق طبقا للمواصفات العالمية وفي تثبيت التربة واعمال الاسقف والعزل .

ويوضح الجدول رقم (١-٤-١) المواصفات القياسية للجمعية الامريكية لإختبار المواد (ASTM D 490 - 93) لقار الطرق وأنواعه المختلفة.

جدول رقم (١-٤-١) مواصفات الجمعية الأمريكية لإختبار المواد (ASTM)للقار المستخدم فى رصف الطرق

الاختبار	النوع						
	RT-1	RT-2	RT-3	RT-4	RT-5	RT-6	RT-7
١- نسبة المياه (٪ بحجم) (حد أعلى)	٢,٠	٢,٠	٢,٠	١,٠	١,٥	١,٥	١,٠
٢- الوزن النوعي في ٢٥/٢٥ °م (حد أدنى)	١,٠٨	١,٠٨	١,٠٩	١,٠٩	١,١٠	١,١٠	١,١٢
٣- اللزوجة النوعية (Engler) ٥٠ سم^3							
– فى ٤٠°م	٨–٥	١٣–٨	٢٢–١٣	٣٥–٢٢	–	–	–
– فى ٥٠°م	–	–	–	–	٢٦–١٧	٤٠–٢٦	–
٤- اختبار الطفو (ثانية)							
– فى ٣٢°م	–	–	–	–	–	–	٨٠–٥٠
– فى ٥٠°م	–	–	–	–	–	–	–
٥- اختبار التقطير لعينة خالية من المياه							
(المقطر الكلى نسبة مئوية بالوزن)							
– حتى ١٧٠°م (حد أعلى)	٧	٧	٧	٥	٥	٥	٣
– حتى ٢٠٠°م (حد أدنى)	–	–	–	–	–	–	–
– حتى ٢٣٥°م	–	–	–	–	–	–	–
– حتى ٢٧٠°م (حد أعلى)	٣٥	٣٥	٢٠	٣٠	٢٥	٢٥	٢٠
– حتى ٣٠٠°م (حد أعلى)	٤٥	٤٥	٤٠	٤٠	٣٥	٣٥	٣٠
٦- درجة الطرية (الكرة والحلقة) للمتبقي من التقطير – °م	٦٠–٣٠	٦٠–٣٠	٦٥–٣٥	٦٥–٣٥	٧٠–٣٥	٧٠–٣٥	٧٠–٣٥
٧- البيتومين الكلى الذائب في ثاني كبريتيد الكربون ٪ بالوزن (حد أعلى)	٨٨	٨٨	٨٨	٨٨	٨٣	٨٣	٧٨

تابع جدول رقم (١-٤-١) مواصفات الجمعية الأمريكية لإختبار المواد (ASTM) للقار المستخدم فى رصف الطرق

الاختبار	النوع RT-8	RT-9	RT-10	RT-11	RT-12	Grade RT.C.B.-5	Grade RT.C.B.-6
١- نسبة المياه (٪ بالحجم) (حد أعلى)	عديمة	عديمة	عديمة	عديمة	عديمة	١,٠	١,٠
٢- الوزن النوعى فى ٢٥/٢٥ °م (حد أدنى)	١,١٤	١,١٤	١,١٥	١,١٦	١,١٦	١,٠٩	١,٠٩
٣- اللزوجة النوعية (Engler) ٥٠ سم³							
- فى ٤٠°م	-	-	-	-	-	-	-
- فى ٥٠°م	-	-	-	-	-	٤٠-٢٦	٤٠-٢٦
٤- اختبار الطفو (ثانية)							
- فى ٣٢°م	١٢٠-٨٠	١٢٠-٨٠	-	-	-	-	-
- فى ٥٠°م	-	-	-	-	-	-	-
٥- اختبار التقطير لعينة خالية من المياه							
(المقطر الكلى نسبة مئوية بالوزن)							
- حتى ١٧٠°م (حد أعلى)	١,٠	١,٠	-	-	-	٨-٢	٨-٢
- حتى ٢٠٠°م (حد أدنى)	-	-	-	-	-	٥	٥
- حتى ٢٣٥°م	-	-	-	-	-	١٨-٨	١٨-٨
- حتى ٢٧٠°م (حد أعلى)	١٥	١٥	١٠	١٠	١٠	-	-
- حتى ٣٠٠°م (حد أعلى)	٢٥	٢٥	٢٠	٢٠	٢٠	٣٥	٣٥
٦- درجة الطرية (الكرة والحلقة) للمتبقى من التقطير - °م	٧٠-٣٥	٧٠-٣٥	٧٠-٤٠	٧٠-٤٠	٧٠-٤٠	٧٠-٤٠	٧٠-٤٠
٧- البيوتين الكلى الذائب فى ثانى كبريتيد الكربون ٪ بالوزن (حد أعلى)	٧٨	٧٨	٧٥	٧٥	٧٥	٨٠	٨٠

١-٥ الركام والبودره وأنواعهما

تتكون طبقات الأساس والأساس المساعد والسطحية من الركام فقط أو خليط من الركام ومواد اخرى مثل الاسمنت والمياه (طبقه الخرسانة الاسمنتية لطبقه السطح) أو مواد بيتومينية وبودره (طبقة السطح الاسفلتى)، وتعتمد خواص هذه الطبقات وجودتها على حصيلة كل من جودة الركام والمواد المستخدمه وخواص الخلطات النهائية وجودة التنفيذ. ويمكن الحصول على ركام بأحجام ومقاسات معينه وبما يحقق متطلبات الاستخدام من خلال عمليات النخل sieving والغسيل بالمياه للمواد الطبيعيه أو كسر الصخور. وتختلف خواص كل نوع من أنواع الركام سواء كانت طبيعية (تم الحصول عليها من مصادر طبيعية) أو صناعية (تم الحصول عليها كنواتج عمليات صناعية أو كنواتج ثانوية) تبعاً لأختلاف المصدر .

الأنواع الرئيسية المستخدمه والشائعه من الصخور هى ثلاثة أنواع :-

أ- صخور نارية: Igneous Rocks

وهى تنقسم الى نوعين اساسيين هما :

- صخر نارى باطنى: Intrusive-Igneous Rock

وتتميز هذه الصخور بنسيج غليظ الحبيبات Coarse grained Texture مثل الجرانيت

- صخر نارى سطحى: Extrusive Igneous Rock

وتتميز هذه الصخور بنسيج رفيع الحبيبات Fine-grained Texture مثل البازلت.

ب- صخور رسوبية: Sedimentary Rocks

وهذه الصخور عادة تكون فى شكل طبقات متتابعه مثل الحجر الجيرى والدولوميت والزلط .

جـ- صخور متحوله: Metamorphic Rocks

وهى صخور ذات أصل نارى أو رسوبى ، تعرضت لعامل الضغط Pressure أو الحراره أو كليهما ، وهذه العوامل تؤدى الى

تحول الصخر النارى أو الرسوبى الى صخر متحول له خواص مختلفه عن الصخر الأصلى مثل الرخام والكوارتيزيت والشيست.

وهذه الأنواع الثلاثه من الصخور الطبيعيه يمكن استخدامها كمصادر لانتاج ركام قد يصلح لأعمال الطرق، وصلاحية صخر ما للأستخدام يقيم ليس فقط من ناحية مصدره أو طريقة تكوينه، وإنما من خواصه ونتائج الأختبارات الطبيعيه والميكانيكية المختلفه، بما يتناسب مع الغرض من استخدامه كمنتج نهائى سواء بنخل نواتجه أو تكسيره أو كليهما كما يمكن خلط اثنين أو اكثر من الاحجام المنخوله لإعداد خليط له خواص محدده تناسب الغرض من الاستخدام .

وعادةً يقسم الركام المستخدم فى أعمال الطرق الى نوعين أساسيين تبعا للحجم هما:

- **ركام غليظ :** Coarse Aggregates

وهى المواد التى تحجز على المنخل رقم ٤ (٤,٧٥مم) .

- **ركام رفيع :** Fine Aggregates

وهى المواد التى تمر من المنخل رقم ٤ (٤,٧٥مم) .

ويمكن أيضا تقسيم الحبيبات الصخرية للركام المستخدم فى أعمال الطرق تبعاً لمتوسط حجم هذه الحبيبات الى :-

١- جلاميد Boulders

وهى الحصوات والكتل الصخرية ذات متوسط قطر حوالى ٣٠٠ مم (١٢ بوصه) أو اكثر.

٢- روس كلاب Cobbles

وهى الحصوات الصخريه ذات متوسط قطر يتراوح بين ٣٠٠مم - ٧٥مم.

٣- الزلط Gravels

وهى الحصوات الصخرية ذات متوسط قطر يتراوح بين ٧٥ مم - ٤,٧٥ مم، و يتم تقسيم الزلط أيضا إلى زلط غليظ ويتراوح حجم حبيباتة بين ٧٥ مم - ١٩ مم، وزلط رفيع بين ١٩ مم - ٤,٧٥ مم.

٤- الرمال Sands

وهى الحبيبات والحصوات الصخرية ذات متوسط قطر يتراوح بين ٤,٧٥ مم - ٧٥ ميكرون. وتقسم أيضا إلى رمال غليظة وهى التى تمر من منخل ٤,٧٥ مم وتحجز على منخل ٢ مم والرمال المتوسطة بين ٢ مم - ٤٢٥ ميكرون والرمال الناعمة بين ٤٢٥ ميكرون - ٧٥ ميكرون.

٥- الطمى والطين Silt & Clay

وهى حبيبات صخرية ذات متوسط قطر يقل عن ٧٥ ميكرون، ويتميز الطين أيضا إلى جانب تميزه الحجمى بخاصية اللدونة عندما يبلل بالماء ويكون الطمى ذا لدونة ضعيفة أو منعدمة ويقسم الطمى أيضا إلى طمى غليظ ويتراوح حجم حبيباته بين ٧٥ - ١٦ ميكرون والطمى المتوسط بين ١٦ - ٨ ميكزون والطمى الناعم بين ٨ - ٢ ميكرون و الطين هو الجزء الذى يكون حجم حبيباته أقل من ٢ ميكرون (تبعا للمواصفات الأمريكية ASTM).

١-٥-١ مجالات الاستخدام:

يستخدم الركام فى طبقات الرصف المختلفه بما تشمله هذه الطبقات من طبقة الأساس المساعد و طبقة الأساس و الطبقات الأسفلتيه المختلفه , كما أنه يستخدم أيضا فى طبقات الرصف من الخرسانه الأسمنتيه و كذلك فى بردورات الأرصفه . والأسس والمعايير التصميميه للركام المستخدم فى هذه الطبقات طبقا لمتطلبات كل نوع من هذه الطبقات كما هو موضح فى البنود التاليه :

١-٥-١-١ طبقة الاساس المساعد : (Subbase)

وهى الطبقه من الرصف التى تعلو طبقه التأسيس مباشرةً وتحت طبقه الاساس ، وتعمل من مواد حصوية متدرجة من الركام الغليظ والرفيع والمواد الرابطة لملىء الفراغات بحيث تعطى هذه المواد بعد خلطها جيداً وفرشهاعلى

٤- الرمال Sands

وهى الحبيبات والحصوات الصخرية ذات متوسط قطر يتراوح بين ٤,٧٥ مم - ٧٥ ميكرون. وتقسم أيضا إلى رمال غليظة وهى التى تمر من منخل ٤,٧٥ مم وتحجز على منخل ٢ مم والرمال المتوسطة بين ٢ مم - ٤٢٥ ميكرون والرمال الناعمة بين ٤٢٥ ميكرون - ٧٥ ميكرون.

٥- الطمى والطين Silt & Clay

وهى حبيبات صخرية ذات متوسط قطر يقل عن ٧٥ ميكرون، ويتميز الطين أيضا إلى جانب تميزه الحجمى بخاصية اللدونة عندما يبلل بالماء ويكون الطمى ذا لدونة ضعيفة أو منعدمة ويقسم الطمى أيضا إلى طمى غليظ ويتراوح حجم حبيباته بين ٧٥ - ١٦ ميكرون والطمى المتوسط بين ١٦ - ٨ ميكزون والطمى الناعم بين ٨ - ٢ ميكرون و الطين هو الجزء الذى يكون حجم حبيباته أقل من ٢ ميكرون (تبعا للمواصفات الأمريكية ASTM).

١-٥-١ مجالات الاستخدام:

يستخدم الركام فى طبقات الرصف المختلفه بما تشمله هذه الطبقات من طبقة الأساس المساعد و طبقة الأساس و الطبقات الأسفلتيه المختلفه , كما أنه يستخدم أيضا فى طبقات الرصف من الخرسانه الأسمنتيه و كذلك فى بردورات الأرصفه . والأسس والمعايير التصميميه للركام المستخدم فى هذه الطبقات طبقا لمتطلبات كل نوع من هذه الطبقات كما هو موضح فى البنود التاليه :

١-٥-١-١ طبقة الاساس المساعد : (Subbase)

وهى الطبقه من الرصف التى تعلو طبقه التأسيس مباشرةً وتحت طبقه الاساس ، وتعمل من مواد حصوية متدرجة من الركام الغليظ والرفيع والمواد الرابطة لملىء الفراغات بحيث تعطى هذه المواد بعد خلطها جيداً وفرشهاعلى

سطح الطريق السابق إعداده وإضافة المياه اللازمة إليها ودمكها جسماً متجانساً ومتماسكاً ومطابقاً لإشتراطات هذا الكود والقطاعات التصميمية والشروط الخصوصية .

ويجب أن تفى هذه المواد بالمتطلبات الاتيه (المواصفات القياسيه للهيئه العامه للطرق و الكبارى لسنة ١٩٩٠ – بند ٧٥) :

- يجب الا تزيد نسبة المواد القابله للتفتت فى الماء من المواد المحجوزه على المنخل رقم ٤ (٧٥ر٤مم) عن ١٠٪ بالوزن طبقا لاختبار "القطع اللينه و الطين" القياسى* (ط ١١٣ – الهيئه العامه للطرق و الكبارى) ولاتزيد نسبة الإمتصاص عن ١٠ ٪ .
- يجب الا تقل نسبة تحمل كاليفورنيا لعينة يتم دمكها طبقاً للدمك المعدل فى اختبار بروكتور وغمرها فى الماء لمدة ٤ أيام عن ٢٥٪ مع خلوها من الانتفاخ طبقا للاختبار القياسى (ط ٩ – الهيئة العامه للطرق و الكبارى).
- يجب الا يزيد أقصى حجم لحبيبات الركام المستخدم عن ٥ر٢ بوصه (٦٣ مم) وبحيث لا يتعدى ثلثى سمك الطبقه بعد دمكها وفى حالة وجود أحجام تزيد عن أقصى حجم فيلزم إستبعادها إلى مصادرها وفصلها بالهز أو فصلها وإعادة تكسيرها الى الأحجام المطلوبة .
- يجب ألا يزيد حد السيولة عن ٣٠ ٪ ومجال اللدونة عن ٨ ٪ .
- يجب أن تكون جميع المواد خالية من المواد العضوية أو الكتل الطينية أو أية مواد غريبة .
- ويجب أن يتفق تدرج هذه المواد مع أحد التدرجات فى الجدول رقم (١-٥-١) أو أية تدرجات أخرى يثبت صلاحيتها وتنص عليه المواصفات الخاصه بالمشروع .

جدول رقم (١-٥-١) التدرج العام لمواد طبقات الأساس المساعد

رقم المنخل أو سعة الفتحات	نسبة المار بالوزن من المنخل		
	(أ)	(ب)	(جـ)
٣" (٧٥مم)	١٠٠	١٠٠	١٠٠
٢,٥" (٦٣مم)	٩٠-١٠٠	٩٠-١٠٠	٩٠-١٠٠
رقم ٤ (٤,٧٥مم)	٣٥-٧٠	٤٠-٩٠	٥٠-١٠٠
رقم ٢٠٠ (٠,٠٧٥مم)	٠-٢٠	٠-٢٥	٠-٢٠

١-٥-١-٢ **طبقه الاساس:** (Base-Course)

وهى الطبقه من الرصف التى تعلو طبقه الاساس المساعد أو طبقة التأسيس فى حالة عدم إستخدام طبقة أساس مساعد وتعتبر طبقة الأساس أيضا هى الطبقة التى تكون أسفل طبقه السطح، وتعمل بأحد الاساليب التاليه:

(١) خليط متداخل ومتلاحم من المواد الحصويه الغليظة والرفيعة والمواد الرابطة من الأحجار الطبيعية أو ناتج تكسير أو مخلفات المحاجر أوخليط منها أوخبث الأفران المتدرج بالنسب المحدده والتدرجات المطلوبه وتفرش بالسمك المطلوب وترش بالماء ويعمل لها التسويه اللازمه والدمك لتكون جسما متماسكا مطابقا للمواصفات ويجب أن تفى هذه المواد بالمتطلبات الآتيه(المواصفات القياسيه للهيئه العامه للطرق والكبارى لسنة ١٩٩٠ - بنود ٨١ ، ٨٢ ، ٨٣ ، ٨٤):

المواد الغليظه:

- لا تزيد نسبة الفاقد فى جهاز لوس انجلوس عن ٥٠٪ طبقا للاختبار القياسى (رقم ط ١٠٦ - الهيئه العامه للطرق و الكبارى)• ويمكن استخدام المواد الجيرية المحلية بحيث لاتزيد نسبة الفاقد عن ٥٥ ٪ فى إنشاء طبقة الأساس فوق طبقة أساس مساعد أو فوق طبقات تأسيس من النوع (أ - ١) أو(أ - ٢ - ٤)

أو (أ – ٣) طبقاً لتصنيـف المواصفـات القياسـية AASHTO بشرط موافقة المهندس المشرف .

- يجب ألا تزيد نسبة المواد القابلـه للتفتت فـي المـاء من المـواد المحجوزه على المنخل رقم ٤ (٧٥ر٤ مم) عن ٥٪ من وزنها طبقا للاختبـار القياسـي (ط ١١٣ – الهيئـه العامـه للطـرق و الكبارى).
- يجب ألا تزيد نسبة امتصاص الماء بعد ٢٤ ساعه عن ١٠٪ للمواد الغليظه و ذلك طبقا للاختبـار القياسـي (ط ١٠٨ – الهيئه العامه للطرق و الكبارى)٠
- تتكون المـواد المحجوزه علـى المنخـل رقـم ٤ (٤,٧٥مم) من حصويات صلبه قويه حادة الزوايا٠
- يجب ألا تحتوى المواد الغليظة على أكـثر من ١٠٪ من وزنها من الأحجار الرقيقة أو المستطيلة (وذلك طبقاً للمواصفات العامة لإنشاء الطرق والجسور – المملكة العربيـة السعودية –١٩٧٢)، وأيضاً من واقع الخبرة المصريـة . وينبغـي أن تكون من النـوع الذى يجتاز عند رشه بالأسفلت ، إختبار نسبة الألتصـاق القياسـي (ط ٢٢٥ – الهيئة العامة للطرق والكبارى) .

المواد الرفيعه:

- تمر من منخل رقم ٤ (٤,٧٥ مم) وتتكون من رمال طبيعيه أو ناتج تكسير الكسارات الى جانب نسبه من المـواد الرفيعـه المـاره من المنخل رقـم ٢٠٠ (٠٧٥ر٠ مم) .
- تكون خاليه مـن المـواد العضويـه والكتـل الطينيـه و ذلك طبقا للاختبار القياسـي (ط ١١٢ – الهيئـه العامـه للطـرق و الكبـارى والنقل البرى) .
- يجب ألا يزيد الجزء المار من المنخل رقم ٢٠٠ (٠٧٥ر٠ مم) عن ثلثى الجـزء المـار من المنخـل رقـم ٤٠ (٤٢٥ر٠مم) طبقا للاختبار القياسي (ط ١٠٣ – الهيئه العامه للطرق والكبارى).

- أقصى حد للسيوله للجزء المار من المنخل رقم ٤٠ (٤٢٥ر٠ مم) هو ٣٠٪ ومجال اللدونه له بحد أقصى ٨٪ كما يجب ألا يزيد الانكماش الطولى عن ٧٪ طبقا للاختبار القياسي (ط ٥ - الهيئه العامه للطرق و الكبارى)٠
- يجب أن تكون خالية من المواد العضوية والكتل الطينية .

خليط المواد

- يجب ألا تقل اقصى كثافة جافه للطبقه عن ٩٥٪ من اقصى كثافه جافه معمليه و التى تنتج من الاختبار القياسى للدمك المعدل (ط ١٠٦ - الهيئة العامة للطرق و الكبارى).
- التدرج العام لخليط المواد الرفيعه والغليظه فى طبقه الاساس يجب أن يتفق مع أحد التدرجات التاليه المبينه فى الجدول رقم (١-٥-٢) أو أيه تدرجات أخرى تثبت صلاحيتها و تنص عليها المواصفات الخاصه بالمشروع٠
- العينات المأخوذة من طبقة الأساس و المدموكه الى أقصى كثافه جافه طبقا للإختبار القياسى للدمك المعدل (ط ١٠٦ - الهيئه العامه للطرق و الكبارى) فيجب أن تخلو هذة العينات من الإنتفاخ بعد الغمر لمدة ٤ أيام فى إختبار نسبة تحميل كاليفورنيا القياسى.

جدول رقم (١-٥-٢) التدرج العام لمواد طبقة الأساس

رقم المنخل/سعة الفتحات	النسبة المئويه بالوزن للمار من المنخل		
	أقصى ٢بوصه	أقصى ١,٥ بوصه	أقصى ١ بوصه
٢" (٥٠مم)	١٠٠	-	-
١,٥" (٣٧,٥مم)	١٠٠-٧٠	١٠٠	-
١" (٢٥مم)	٨٥-٥٥	١٠٠-٧٠	١٠٠
٣/٤" (١٩مم)	٨٠-٥٠	٩٠-٦٠	١٠٠-٧٠
٣/٨" (٩,٥مم)	٧٠-٤٠	٧٥-٤٥	٨٠-٥٠
رقم ٤ (٤,٧٥مم)	٦٠-٣٠	٦٠-٣٠	٦٥-٣٥
١٠ (٢مم)	٥٠-٢٠	٥٠-٢٠	٥٠-٢٥
٤٠ (٠,٤٢٥مم)	٣٠-١٠	٣٠-١٠	٣٠-١٥
٢٠٠ (٠,٠٧٥مم)	١٥-٥	١٥-٥	١٥-٥

(٢) طبقه اساس من المكدام المائى وهى تتكون من مواد غليظه حادة الزوايا يتم فرشها فوق طبقة الأساس المساعد أو طبقة التأسيس بعد إعدادها ودمكها ثم تفرش فوقها المواد الرفيعه بحيث تصبح بعد فرشها وهرسها وإضافة المياه إليها أثناء الهرس جسما مندمجا ومتماسكا مطابقا للمواصفات• ويجب أن تفى هذه المواد بالمتطلبات الآتيه :-

- تتكون المواد الغليظه والرفيعه المستخدمه من أحجار طبيعيه أو ناتج تكسير أو خبث الافران ناتج التكسير على أن يكون حاد الزوايا ناتج التبريد الهوائى مع تجانس الخواص والتركيب وتكون نظيفه قويه ، متينه ، خاليه من وجود أى نسبه غير مرغوبه من المواد المفلطحه أو ذات الاستطاله أو المواد القابله للتفتت أو الاتربه وغيرها.

- يجب ألا يزيد الفاقد بجهاز لوس انجلوس عن ٥٠٪ (بعد ٥٠٠ دوره) طبقا للاختبار القياسي (ط ١٠٦ - الهيئه العامه للطــرق و الكبارى) ويمكن رفع نسبة الفاقد إلى ٥٥ ٪ فى حالة إنشاء طبقة أساس فوق طبقة أساس مساعد أو فوق طبقة تأسيس من النوع (أ - ١) أو (أ - ٢) أو (أ - ٣) طبقاً لتصنيف المواصفات القياسية AASHTO وبشرط موافقة المهندس المشرف وفى حالـه خبث الافران يجب الا يقل وزن وحده الحجوم عن ٦٠ رطل/قدم٣ (١كجم/سم^{٣}).
- تكون المواد الرفيعه (الأحجار المارة من منخل ٣/٨ بوصه) من نفس نوع وخواص المواد الغليظه أو تستعمل الرمال النظيفه الخاليه من الشوائب والمواد الضاره والتى لا تتأثر من مفعول المياه أو من الأحوال الجوية.
- يجب أن يقع تدرج المواد الغليظه فى نطاق أحد التدرجات الاتيه الموضحه بالجدول رقم (١-٥-٣) أو أية تدرجات أخرى تثبت صلاحيتها وينص عليها فى المواصفات الخاصه على الا يزيد أقصى حجم للحبيبه عن ٢/٣ سمك الطبقه بعد الدمك.

جدول رقم (١-٥-٣) التدرجات للمواد الغليظة المستخدمة فى طبقات الأساس

رقم المنخل/سعة الفتحات	النسبة المئوية بالوزن للمار من المنخل		
	تدرج (١)	تدرج (٢)	تدرج (٣)
٤" (١٠٠مم)	١٠٠	-	-
٣,٥" (٩٠مم)	٩٠-١٠٠	-	-
٣" (٧٥مم)	-	١٠٠	-
٢,٥" (٦٣مم)	٢٥-٦٠	٩٠-١٠٠	١٠٠
٢" (٥٠مم)	-	٣٥-٧٠	٩٠-١٠٠
١,٥" (٣٧,٥مم)	٠-١٥	٠-١٥	٣٥-٨٠
١" (٢٥مم)	-	-	٠-١٥
٣/٤" (١٩مم)	٠-٥	٠-٥	-
١/٢" (١٢,٥مم)	-	-	٠-٥

- أما تدرج المواد الرفيعه فيجب أن يقع فى التدرج التالى بالجدول رقم (١-٥-٤) أو أية تدرجات أخرى تثبت صلاحيتها وينص عليها فى الموصفات الخاصه.

جدول رقم (١-٥-٤) التدرج للمواد الرفيعة المستخدمة فى طبقات الأساس

رقم المنخل / سعة الفتحات	النسبة المئوية بالوزن للمار من المنخل
٣/٨" (٩,٥مم)	١٠٠
رقم ٤ (٤,٧٥مم)	٨٥-١٠٠
رقم ١٠٠ (٠,١٥٠مم)	١٠-٣٠

(٣) طبقه أساس مكدام مهروس على الناشف وتتكون من مواد غليظه حاده الزوايا توضع فوق طبقه الاساس المساعد بالسمك المطلوب يفرش فوقها المواد الرفيعه بحيث تكون بعد فرشها ودمكها على الناشف جسما مندمجا متماسكا مطابقا للمواصفات. ويجب أن تفى هذه المواد بالمتطلبات الوارده فى البند السابق ، ويكون تدرجها فى الحدود الأتيه بالجدول رقم (١-٥-٥) أو أيه تدرجات أخرى تثبت صلاحيتها أو تنص عليها المواصفات الخاصه بالمشروع.

جدول رقم (١-٥-٥) تدرجات المواد المستخدمة فى طبقة المكدام المهروس على الناشف

رقم المنخل / سعة الفتحات	النسبة المئويه بالوزن للمار من المنخل	
٢,٥" (٦٣مم)	١٠٠	
٢" (٥٠مم)	٩٠-١٠٠	
١,٥" (٣٧,٥مم)	٣٠-٧٠	
١" (٢٥مم)	٠-١٥	
٣/٤" (١٩مم)		١٠٠
١/٢" (١٢,٥مم)		٩٠-١٠٠
رقم ١٠٠ (٠,١٥٠مم)		٠-٣٠

(٤) طبقه أساس من مواد حجرية مثبته بالاسمنت ، وتتكون من مخلوط من المواد الحجرية الغليظه والرفيعه والاسمنت والماء ، والتى تكون بعد خلطها وفرشها على سطح الطريق السابق اعداده ويتم هرسه ونهوه طبقا للمواصفات القياسيه. وتعمل هذه الطبقه عادة كأساس

لطبقات الرصف السطحيه الاسفلتيه، ويجب أن تفى هذه المواد بالمتطلبات الاتيه:

- تكون المواد الصلبه المستخدمه من خليط من المواد الحجريه الغليظه والرفيعه ويجب أن يكون تدرجها فى الحدود التاليه الموضحه بالجدول رقم (١-٥-٦) أو ايه تدرجات اخرى تثبت صلاحيتها أو تنص عليها المواصفات الخاصه بالمشروع.

جدول رقم (١-٥-٦) التدرج لمواد طبقة الأساس من المواد الحجرية المثبتة بالأسمنت

رقم المنخل / سعة الفتحات	النسبة المئويه بالوزن للمار من المنخل
١" (٢٥مم)	١٠٠
٣/٤" (١٩مم)	٩٠-١٠٠
رقم ٤ (٤,٧٥مم)	٤٠-٧٥
رقم ٣٠ (٠,٦٠٠مم)	١٥-٤٠
رقم ٢٠٠ (٠,٠٧٥مم)	٣-١٥

- ويجب عند خلط هذه المواد بنسبه ١٢٥ كجم من الاسمنت البورتلاندى فى المتر المكعب وضغطها عند نسبه الرطوبه المناسبه أن تعطى قوه كسر بالضغط الحر **unconfined compression test** لعينات الاختبار لا تقل عن ٥٠ كجم/سم^{٢} بعد ٧ أيام ، ويجب تطبيق مواصفات الاسمنت البورتلاندى وماء الخلط حسب الوارد فى بند ٢ - ٢ من هذا الكود و الخاص بالخرسانه الأسمنتيه،

١-٥-١-٣ الطبقات الاسفلتيه Bituminous Courses

الخلطات الاسفلتيه على البارد والساخن Bituminous Cold and Hot Mixes

الركام المستخدم للخلطات الاسفلتيه يجب أن يفى بالمتطلبات الاتيه (المواصفات القياسيه للهيئه العامه للطرق و الكبارى لسنة ١٩٩٠ - بنود ٩٢، ٩٣ ، ٩٤ ، ٩٥):

(١) طبقات المعالجة السطحية (أحاديه - ثنائية - ثلاثيه)

- تكون المواد الصلبة المستخدمه من ناتج تكسير الأحجار الصلبة ذات التجانس المقبول ، نظيفه ، قويه ، متينه خالية من المواد الضعيفه أو القابلة للتفتيت أو المواد ذات الاستطالة والمفلطحه، وكذلك خاليه من الغبار الذى يغلف الحبيبات.
- الفاقد بجهاز لوس انجلوس لا يزيد عن ٤٠٪
- يمكن استخدام الركام الناتج من خبث الحديد
- يتبع فى طبقات الدهان المختلفه التدرجات الموضحه بالجدول رقم (١-٥-٧)

جدول رقم (١-٥-٧) التدرج العام للمواد المستخدمة فى طبقات المعالجة السطحية

رقم المنخل / سعة الفتحات	النسبة المئويى بالوزن للمار من المنخل				
	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	رمل سيليس
٣/٤" (١٩مم)	١٠٠				
١/٢" (١٢,٥مم)	٩٠-١٠٠	١٠٠			
٣/٨" (٩,٥مم)	٥٠-٨٠	٩٠-١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
١/٤" (٦,٣مم)	١٠-٤٥	٤٥-٧٠	٧٠-٩٠	٩٠-١٠٠	٨٠-١٠٠
رقم ٤ (٤,٧٥مم)	٠-١٥	٥-٣٠	٣٠-٦٠	٦٠-٨٥	
رقم ٨ (٢,٣٦مم)	٠-٥	٠-١٠	٠-١٥	٠-٢٥	
رقم ١٦ (١,١٨مم)		٠-٥	٠-٥	٠-٥	
رقم ٣٠ (٠,٦٠٠مم)			٠-٣	٠-٣	٠ - ١٠
رقم ٢٠٠ (٠,٠٧٥مم)	٠-٢	٠-٢	٠-٢	٠-٢	
معدل توزيع الاسفلت كجم/م٢	من ٠,٩-١,٠	٠,٧-١,١٠	٠,٧-١,١٠	٠,٧-١,١٠	٠,٧-١,١٠
معدل توزيع السن كجم/م٢	من ١٢,٥-١٥	١١-١٤	٨,٥-١١	٦,٥-٨,٥	٦,٥-٨,٥

يختار أحد التدرجات المبينه بالجدول السابق لطبقة الدهان الاحاديه ويختار التدرجين ١، ٤ لطبقة الدهان الثنائيه ٠ ويختار اى تدرجين متتالين بالاضافه الى التدرج ٤ لطبقة الدهان الثلاثيه أو حسب ما تنص عليه المواصفات الخاصه بالمشروع٠ويمكن الإسترشاد بمعدلات التوزيع للأسفلت والمبينة بالجدول السابق فى حالة عدم وجود ما ينص على غير ذلك بدفتر الشروط الخصوصية .

(٢) المخلوطات الاسفلتيه على الساخن (طبقات أساس او تسوية أو رابطه أو دهان أو سطحية)

أ- المواد الغليظه (الركام الغليظ):

- وهى المواد الصلبه المحجوزه على المنخل رقم ٤ (٤,٧٥ مم) أو رقم ٨ (٣٦ر٢مم).
- يجب أن تكون من الاحجار الصلبة ناتج تكسير الكسارات او خبث أفران الحديد او الاحجار الصلبه او الطبيعيه ويجب أن تكون جيده الالتصاق بالاسفلت وان تكون نظيفه مع مراعاة أن يكون الركام من الاحجار الطبيعيه حاد الزوايا أما اذا كانت مكسره فيراعى أن يكون ٥٠٪ على الأقل من المواد المحجوزه على منخل رقم ٤(٧٥ر٤ مم) ذات وجه واحد ناتج التكسير كحد أدنى.
- لا تتجاوز المواد المفلطحة او ذات الاستطالة عن نسبه ١٠٪ بأى حال من الأحوال على أن تجتاز هذه الأحجار إختبار نسبة الألتصاق بالأسفلت و ذلك طبقاً للاختبار القياسى (ط ٢٢٥ - الهيئه العامه للطرق و الكبارى).
- لا تزيد نسبة الفاقد بجهاز لوس انجلوس عن ٤٠٪ بعد ٥٠٠ لفه طبقا للاختبار القياسى (ط ١٠٦ - الهيئه العامه للطرق و الكبارى).
- لا تتفتت بعد الغمر فى الماء لمده ٢٤ ساعه للاختبار القياسى (ط ١١٣ - الهيئه العامه للطرق و الكبارى).

- لا تزيد نسبة التشرب بعد الغمر في الماء لمدة ٢٤ ساعه عن ٥٪ و ذلك طبقا للاختبار القياسي (ط ١٠٨ - الهيئه العامه للطرق و الكبارى).
- يتم توريد السن (المواد الصلبة الغليظه) على نوعين أو ثلاثة أنواع طبقاً لتدرجاتها (سن١ ، سن٢، سن٣) .
- يراعى عدم تغيير مصدر توريد الركام طول مدة التشغيل ولا يصرح بتغيير مصدر الركام اثناء العمل الا بعد اجراء الاختبارات للتأكد من مواصفات الركام واعادة ضبط محطه الخلط الاسفلتيه.

ب- الرمل:

إما أن يكون طبيعيا أو ناتج كسارات ويجب ان يكون خاليا من المواد الطينيه والمواد الغريبه الضارة وأن يفى تدرجه بعد الخلط بالمواد الغليظه والبودره التدرج العام طبقاً للمبين بالجدول رقم (١-٥-٩) وحسب ما ينص عليه دفتر الشروط الخصوصية للعملية.

جـ - البودره:

وهى المواد التى تمر بالمنخل رقم ٣٠ (٦ر٠مم) وهى اما ناتج طحن الأحجار أو الأسمنت أو طبيعيه وتكون خاليه من المواد الطبيعيه أو المواد الضاره وعديمة اللدونة ولها التدرج المبين بالجدول رقم (١-٥-٨).

جدول رقم (١-٥-٨) التدرج للمواد المستخدمة كبودرة فى الخلطات الأسفلتية الساخنة

رقم المنخل / سعة الفتحات	النسبة المئويه بالوزن للمار من المنخل
٣٠ (٠,٦٠٠مم)	١٠٠
١٠٠ (٠,١٥٠مم)	لا يقل عن ٨٥
٢٠٠ (٠,٠٧٥مم)	لا يقل عن ٦٥

- التدرج العام لمخلوط الركام والرمل والبودره يفى بأحد التدرجات المبينه بالجدول رقم (١-٥-٩) طبقا لاستخدام الطبقه.

جدول رقم (١-٥-٩) تدرجات المواد المستخدمة فى طبقات الخلطات الأسفلتية الساخنة

رقم ونوع المخلوط		٢ ١/٢" (٦٣ مم)	١ ١/٢" (٣٧,٥ مم)	رقم المنخل / سعة الفتحات ١" (٢٥مم)	٣/٤" (١٩ مم)	١/٢" (١٢,٥مم)	٣/٨" (٩,٥مم)	رقم ٤ (٤,٧٥مم)	رقم ٨ (٢,٣٦مم)	رقم ١٦ (١,١٨مم)	رقم ٣٠ (٠,٦٠مم)	رقم ٥٠ (٠,٣٠مم)	رقم ١٠٠ (٠,١٥٠مم)	رقم ٢٠٠ (٠,٠٧٥مم)	نسبة الأسفلت ٪
طبقات الدهان Mix Seal	٢أ تدرجات مفتوحة						١٠٠	٨٥-٤٠	٢٠-٥					٤-٠	٥,٠-٤,٠
	٢ب تدرجات مفتوحة					١٠٠	١٠٠-٧٠	٤٠-٢٠	١٠-٥					٤-٠	٥,٠-٤,٠
طبقات القشرية	٣ب طبقات غليظة				١٠٠	١٠٠-٧٥	٨٥-٦٠	٥٥-٣٥	٣٥-٢٠		٢٢-١٠	١٦-٦	١٢-٤	٨-٣	٦,٠-٣,٠
	٥ب طبقات رفيعة				١٠٠	١٠٠-٨٥		٨٠-٦٥	٦٥-٥٠	٥٢-٣٧	٤٠-٢٥	٣٠-١٨	٢٠-١٠	١٠-٣	٧,٥-٤,٠
	٦ب طبقات حجرية				١٠٠		١٠٠-٨٥		٨٠-٦٥	٦٨-٤٧	٥٥-٣٠	٤٠-٣٠	٣٥-١٠	٨-٣	٨,٥-٤,٥
طبقات الأساس	١أ مكدام	١٠٠	٧٠-٣٥		١٥-٠				٥-٠					٣-٠	٤,٥-٣,٠
	٢د تدرجات مفتوحة			١٠٠	١٠٠-٧٠		٦٠-٣٥	٢٥-١٥	٢٠-٥					٤-٠	٦,٠-٣,٠
	٢هـ. تدرجات مفتوحة		١٠٠	١٠٠-٧٠	٨٠-٥		٦٠-٣٥	٣٠-١٠	٢٠-٥					٤-٠	٦,٠-٣,٠
	٣ د تدرجات غليظة			١٠٠	١٠٠-٧٥		٧٠-٤٥	٥٠-٣٠	٣٥-٢٠		٢٠-٥	١٢-٣	٨-٢	٤-٠	٩,٠-٦,٠
	٣ هـ تدرجات غليظة		١٠٠	١٠٠-٧٥	٨٥-٦٠		٦٥-٤٠	٥٠-٣٠	٣٥-٢٠		٢٠-٥	٢٢-١٣	٨-٢	٤-٠	٦,٠-٣,٠
	٤ د تدرجات كثيفة		١٠٠	١٠٠-٨٠	٩٠-٧٠		٧٥-٥٥	٦٢-٤٥	٥٠-٣٥		٣٠-١٩	٢٣-١٣	١٥-٧	٨-٠	٧,٠-٣,٥

تابع جدول رقم (١-٥-٩) تدرج مخلوط الطبقة الرابطة على الساخن

رقم ونوع المخلوط	سعة أو رقم الهزة										نسبة الأسفلت
	"٦	"٤/٣	"٢/١	"٨/٣	رقم ٤	رقم ٨	رقم ٣٠	رقم ٥٠	رقم ١٠٠	رقم ٢٠٠	
٢ جـ طبقات مفتوحة		١٠٠	١٠٠-٧٠	٧٥-٤٥	٤٠-٢٠	٢٠-٥				٤-٠	٦,٠-٣,٠
[illegible] طبقات مفتوحة	١٠٠	١٠٠-٧٠		٦٠-٣٥	٣٥-١٥	٢٠-٥				٤-٠	٦,٠-٣,٠
٣ ب طبقات غليظة		١٠٠	١٠٠-٧٥	٨٥-٦٠	٥٥-٣٥	٣٥-٢٠	٢٢-١٠	١٦-٦	١٢-٤	٨-٢	٦,٠-٣,٠
٣ جـ طبقات غليظة		١٠٠	١٠٠-٧٥	٨٥-٦٠	٥٠-٣٠	٣٥-٢٠	٢٠-٥	١٢-٣	٨-٢	٤-٠	٦,٠-٣,٠
٣ د طبقات غليظة	١٠٠	١٠٠-٧٥		٧٠-٤٥	٥٠-٣٠	٣٥-٢٠	٢٠-٥	١٢-٣	٨-٢	٤-٠	٦,٠-٣,٠
٤ جـ طبقات كثيفة	١٠٠	١٠٠-٨٠		٨٠-٦٠	٦٥-٤٨	٥٠-٣٥	٣٠-١٩	٢٣-١٣	١٥-٧	٨-٠	٧,٠-٣,٥

تابع جدول رقم (١-٥-٩) تدرجات المواد الصلبة للطبقة السطحية على الساخن

رقم ونوع المخلوط	رقم أو سعة الهزة											نسبة الأسفلت
	"١	"٤/٣	"٢/١	"٨/٣	رقم ٤	رقم ٨	رقم ١٦	رقم ٣٠	رقم ٥٠	رقم ١٠٠	رقم ٢٠٠	
٢ب تدرجات مفتوحة			١٠٠	١٠٠-٧٠	٤٠-٢٠	٢٠-٥					٤-٠	٥,٠-٤,٠
٢ جـ تدرجات مفتوحة		١٠٠	١٠٠-٧٠	٧٥-٤٥	٤٠-٢٠	٢٠-٥					٤-٠	٦,٠-٣,٠
٣أ تدرجات غليظة			١٠٠	١٠٠-٧٥	٥٥-٣٥	٣٥-٢٠		٢٢-١٠	١٦-٦	١٢-٤	٨-٢	٦,٠-٣,٠
٣ ب تدرجات غليظة		١٠٠	١٠٠-٧٥	٨٥-٦٠	٥٥-٣٥	٣٥-٢٠		٢٢-١٠	١٦-٦	١٢-٤	٨-٢	٦,٠-٣,٠
٤أ تدرجات كثيفة			١٠٠	١٠٠-٨٠	٧٥-٥٥	٥٠-٣٥		٢٩-١٨	٢٣-١٣	١٦-٨	١٠-٤	٦,٠-٣,٠
٤ب تدرجات كثيفة		١٠٠	١٠٠-٨٠	٩٠-٧٠	٧٠-٥٠	٥٠-٣٥		٢٩-١٨	٢٣-١٣	١٦-٨	١٠-٤	٧,٠-٣,٥
٤ جـ تدرجات كثيفة	١٠٠	١٠٠-٨٠		٨٠-٦٠	٦٥-٤٨	٥٠-٣٥		٣٠-١٩	٢٣-١٣	١٥-٧	٨-٣	٧,٠-٣,٥
٥أ تدرجات رفيعة			١٠٠	١٠٠-٨٥	٨٠-٦٥	٦٥-٥٠	٥٢-٣٧	٤٠-٢٥	٣٠-١٨	٢٠-١٠	١٠-٣	٧,٥-٤,٠
٥ب تدرجات رفيعة		١٠٠	١٠٠-٨٥		٨٠-٦٥	٦٥-٥٠	٥٢-٣٧	٤٠-٢٥	٣٠-١٨	٢٠-١٠	١٠-٣	٧,٥-٤,٠
٦أ طبقات حجرية ناعمة			١٠٠	١٠٠-٨٥		٧٨-٦٥	٧٠-٥٠	٦٠-٣٥	٤٨-٢٥	٣٠-١٥	١٣-٦	٨,٥-٤,٥
٦ ب طبقات حجرية ناعمة		١٠٠		١٠٠-٨٥		٨٠-٦٥	٦٨-٤٧	٥٥-٣٠	٤٠-٢٠	٢٥-١٠	٨-٣	٨,٥-٤,٥
٧أ طبقات رملية				١٠٠	١٠٠-٨٥	٩٥-٨٠	٨٩-٧٠	٨٠-٥٥	٦٠-٣	٣٥-١٠	١٤-٤	١١,٠-٦,٠
٨أ طبقات ناعمة						١٠٠-٩٥	٩٨-٨٠	٩٥-٧٠	٧٥-٤٠	٤٠-٢٠	١٦-٨	١٢,٠-٦,٥

(٣) المخلوطات الأسفلتية على البارد (طبقة رابطة):

- المواد الصلبه الغليظة:

هى المواد التى تحجز علـى المنخل رقم ١٠ (٤,٧٥مـم) أو ٨ (٣٦ر٢مم) - وتتكون من الأحجار المكسـره أو الزلـط الطبيعى أو سن الأحجـار الطبيعيه حسـب مـا ينـص عليـه بدفـتر الشـروط الخصوصية وفى جميع الأحوال يجـب أن تكـون المـواد خاليـة مـن الأتربه والمواد المبططه والمسـتطيله والاصـداف والمـواد الأخـرى الضاره وأن تكون نظيفة جيده الالتصاق بالأسـفلت وألا تزيـد نسبة التآكل منها عن ٤٠٪ عند اجراء تجربة لوس أنجلوس٠ ويجـب أن يكون تدرجها واقعا داخل الحدود الآتيه بـالجدول رقـم (١-٥-١٠) أو أيـة تدرجـات أخـرى تثبـت صلاحيتهـا وتوافـق عليهـا الجهـة المشرفة.

جدول رقم (١-٥-١٠) تدرج المواد الغليظة المستخدمة فى الطبقة الرابطة على البارد

رقم المنخل / سعة الفتحات	النسبة المئويه بالوزن للمار من المنخل
١" (٢٥مم)	١٠٠
٣/٤" (١٩مم)	٩٠-١٠٠
٣/٨" (٩,٥مم)	٣٠-٦٥
رقم ٤ (٤,٧٥مم)	٥-٢٥
رقم ٨ (٢,٣٦مم)	صفر-٥

- الرمل:

يجب أن يكون الرمل المستعمل نظيفا خاليا من المـواد الطينيـة والمواد الغريبه الضاره وأن يكون تدرجه واقعا فـى الحـدود الآتيـة بالجدول رقم (١-٥-١١) أو أية تدرجات أخرى تثبت صلاحيتها.

جدول رقم (١-٥-١١) تدرج الرمال المستخدمة فى الطبقة الرابطة على البارد

رقم المنخل / سعة الفتحات	النسبة المئويه بالوزن للمار من المنخل
رقم ٤ (٤,٧٥مم)	٩٨-١٠٠
رقم ١٠ (٢,٠مم)	٧٠-٩٠
رقم ٤٠ (٠,٤٢٥مم)	٣٥-٦٥
رقم ٨٠ (٠,١٨٠مم)	١٠-٤٠
رقم ٢٠٠ (٠,٠٧٥مم)	صفر-٨

- **التدرج العام للمواد الصلبه:**

يجب أن يكون تدرج المخلوط من المواد الصلبه الغليظه والرمل واقعا فى الحدود التاليه بالجدول رقم (١-٥-١٢) أو أى تدرج تثبت صلاحيته من واقع الخبره وتوافق عليها الجهة المشرفة.

جدول رقم (١-٥-١٢) التدرج العام للمواد الصلبة المستخدمة فى الطبقة الرابطة على البارد

رقم المنخل / سعة الفتحات	النسبة المئويه بالوزن للمار من المنخل	
	تدرج (أ)	تدرج (ب)
١" (٢٥مم)	١٠٠	١٠٠
٣/٤" (١٩مم)	٧٥-٩٠	١٠٠
٣/٨" (٩,٥مم)	٤٥-٦٥	٥٠-٧٥
رقم ٤ (٤,٧٥مم)	٣٠-٥٠	٣٥-٥٥
رقم ١٠ (٢,٠مم)	١٥-٢٥	٢٠-٤٠
رقم ٤٠ (٠,٤٢٥مم)	٨-٢٥	١٠-٢٥
رقم ٨٠ (٠,١٨٠مم)	٢-١٥	٥-١٥
رقم ٢٠٠ (٠,٠٧٥مم)	صفر-٣	صفر-٣

(٤) المكدام السابق الخلط:

طبقات أسفلتيه ساخنه أو باردة ذات تدرجات غير كثيفه لانشاء طبقات سطحيه أو تقوية.

- خواص المواد :

- تكون المواد نظيفه قوية متينه لا تتفتت فى الماء ولا تحوى حصوات رقيقة أو ذات استطاله تزيد عن نسبة ٥٪ من وزن الركام المواصفات العامة لإنشاء الطرق والجسور - (١٩٧٢ - المملكة العربية السعودية) وينبغى أن يكون من النوع الذى يجتاز إختباره الإلتصاق بالأسفلت القياسى (ط ٢٢٥ - الهيئة العامة للطرق والكبارى) وتكون خاليه من الغبار السطحى وغيره من المواد غير المرغوبه.

- أما الخبث فيكون متجانسا تجانسا مقبولا فى الوزن النوعى لمكوناته الحصويه ، على ألا يقل وزن وحدة الحجوم عن ٧٠ رطل/قدم^٣ (١٢٠٠ كجم/م^٣).

- الفاقد فى جهاز لوس أنجلوس طبقا للاختبار القياسى لا يزيد عن ٤٠٪.

- أن يكون ٥٠٪ على الأقل من المواد المحجوزه على منخل رقم ٤ (٧٥ر٤مم) من تكسير كسارات ذات وجه واحد من ناتج التكسير كحد أدنى.

- تدرج المواد سابقة الخلط بماكينات الخلط :

يكون التدرج العام للمواد سابقة الخلط بماكينات الخلط طبقا لأحد التدرجات الآتية بالجدول رقم (١-٥-١٣) أو أية تدرجات اخرى تثبت صلاحيتها ويتم توريد السن على نوعين من حيث التدرج (سن ٢ ، سن ١).

جدول رقم (١-٥-١٣) التدرج العام للمواد سابقة الخلط بماكينات الخلط

النوع	النسبة المئوية بالوزن للمار من المنخل					
	رقم المنخل / سعة الفتحات	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)
٢٥سم	٢" (٥٠مم)	١٠٠	١٠٠			
	١,٥" (٣٧,٥مم)	٩٠-١٠٠	٩٥-١٠٠	١٠٠	١٠٠	
	١" (٢٥مم)			٩٠-١٠٠	٩٠-١٠٠	١٠٠
	٣/٤" (١٩مم)	٣٠-٦٥	٣٥-٧٠	٣٠-٥٥	٤٠-٧٥	٩٠-١٠٠
	١/٢" (١٢,٥مم)			صفر - ١٠	١٥ - ٣٥	
١٥سم	٣/٨" (٩,٥مم)	٠ - ٢٠	١٠ - ٣٠	صفر - ٥	صفر - ١٥	٢٠ - ٥٥
	رقم ٤ (٤,٧٥مم)	٠ - ٥	صفر - ٥		صفر - ٥	٠ - ١٠
	رقم ٨ (٢,٣٦مم)					٠ - ٥

- **نسبة الأسفلت اللازمة :**

يتم تحديد نسبة الأسفلت اللازمه بـاجراء اختبـار المكـافىء الكيروسيني أو أى طريقة قياسية مناسبة طبقاً للخطوات القياسية ويلزم أن يدخل فى الاعتبار نسبة المواد المتطايره الفعليه، اذا كـان الخلط على البارد واذا كانت المواد الحصويـه ذات معـامل سطحى يزيـد عن الواحد الصحيح. أما اذا كـانت المـواد الحصويـة ذات معـامل سطحى يقل عن الواحد الصحيح فيمكن استخدام احـدى العلاقات المعروفه لربط نسبة الأسفلت الفعلية مـع التدرج الفعلى للمواد.

(٥) الطبقه الختامية:

- تكون المواد أما أحجار ناتج تكسير أو مـواد طبيعيـة حـادة الزوايا جيدة الألتصاق بالأسفلت مع استبعاد المواد السليسية الطبيعية وتكـون طبقا للتدرج الآتى:

جدول رقم (١-٥-١٤) التدرج العام للمواد المستخدمة فى الطبقة الختامية

رقم المنخل / سعة الفتحات	النسبة المئوية بالوزن للمار من المنخل
٢/١" (١٢,٥مم)	١٠٠
٨/٣" (٩,٥مم)	٨٥-١٠٠
رقم ٤ (٤,٧٥مم)	١٠-٣٠
رقم ٨ (٢,٣٦مم)	صفر-١٠
رقم ١٦ (١,١٨مم)	صفر-٥

- تكون المواد المستخدمه من نفس نوع مواد طبقة السابق الخلط من وجهة القوة والمتانة والنظافة.

جدول رقم (١-٥-١٥) معدل توزيع المواد والأسفلت للطبقة الختامية

الحالة الجوية	حار أو بارد
نوع الاحجار	ناتج تكسير أو حادة الزوايا جيدة الالتصاق
الاسفلت	سائل سريع التطاير
كمية الاسفلت	من ٠,٩٠-١,٢٥ كجم/م^{٢}
كمية المواد	من ١٠,٨٠-١٣,٦٠ كجم/م^{٢}

١-٥-١-٤ طبقات الخرسانه الاسمنتية: Cement Concrete Courses

(١) طبقة الاساس المساعد:

بالنسبه لخصائص هذه الطبقه و مواصفات الركام المستخدم فى طبقات الأساس الأسمنتى يتم الرجوع الى البند رقم ١-٥-١-١ من هذا الكود.

جدول رقم (١-٥-١٤) التدرج العام للمواد المستخدمة فى الطبقة الختامية

رقم المنخل / سعة الفتحات	النسبة المئوية بالوزن للمار من المنخل
١/٢" (١٢,٥مم)	١٠٠
٣/٨" (٩,٥مم)	٨٥-١٠٠
رقم ٤ (٤,٧٥مم)	١٠-٣٠
رقم ٨ (٢,٣٦مم)	صفر-١٠
رقم ١٦ (١,١٨مم)	صفر-٥

- تكون المواد المستخدمه من نفس نوع مواد طبقة السابق الخلط من وجهة القوة والمتانة والنظافة.

جدول رقم (١-٥-١٥) معدل توزيع المواد والأسفلت للطبقة الختامية

الحالة الجوية	حار أو بارد
نوع الاحجار	ناتج تكسير أو حادة الزوايا جيدة الالتصاق
الاسفلت	سائل سريع التطاير
كمية الاسفلت	من ٠,٩٠-١,٢٥ كجم/م٢
كمية المواد	من ١٠,٨٠-١٣,٦٠ كجم/م٢

١-٥-١-٤ <u>طبقات الخرسانه الاسمنتية:</u> **Cement Concrete Courses**

(١) <u>طبقة الاساس المساعد:</u>

بالنسبه لخصائص هذه الطبقه و مواصفات الركام المستخدم فى طبقات الأساس الأسمنتى يتم الرجوع الى البند رقم ١-٥-١-١ من هذا الكود.

(٢) الطبقة السطحيه:

وهى الطبقه التى تعلو طبقات التأسيس والاساس المساعد وتمثل الطبقه العليا المعرضه مباشرة لحركة المرور وتتكون هذه الطبقه من مخلوط خرسانى من مواد غليظه ورفيعه وأسمنت وحديد تسليح بنسب ومواصفات معينه ويفرش هنا المخلوط بالسمك اللازم ويهز ويسوى ميكانيكيا بحيث تكون بعد تمام الهز والتسويه النهائية مطابقة للقطاع الهندسى المطلوب.

ويجب أن تفى المواد الغليظه والرفيعه بالمتطلبات الآتيه (المواصفات القياسيه للهيئه العامه للطرق و الكبارى لسنة ١٩٩٠ - بند ٩٦)

المواد الغليظه:- Coarse Aggregate

- وتتكون من ناتج تكسير الاحجار او الزلط او خبث الحديد او غيرها من المواد الخامله او من خليط من هذه المواد ذات قوه ومناعه ومتانه وخاليه من المواد الطينيه.
- لا يتجاوز نسبة الفاقد بجهاز لوس انجلوس عن ٤٠٪.
- يجب أن لا تتعدى نسبة المواد الغريبه عن الحدود التاليه:
  - القابليه للتفتت لا تزيد عن ٥٪
  - المواد الطينيه لا تزيد عن ١٪
  - المار من منخل ٢٠٠ لا يزيد عن ١٪
- لا يقل وزن وحده الحجوم لخبث الافران من ٧٠ رطل/قدم^3 (١٢٠٠ كجم/م^3).
- لا يتجاوز اختبار المناعه فى محلول كبريتات الصوديوم ١٢ ٪.

تدرج المواد الغليظه:

يتفق تدرج المواد الغليظه مع احدى التدرجات التاليه المبينه بالجدول رقم (١-٥-١٦).

جدول رقم (١-٥-١٦) تدرج المواد الغليظة المستخدمة فى الخرسانة الأسمنتية كطبقة سطحية

رقم المنخل / سعة الفتحات	النسبة المئوية بالوزن للمار من المنخل						
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
٢,٥" (٦٣مم)					١٠٠		١٠٠
٢" (٥٠مم)				١٠٠	١٠٠-٩٥	١٠٠	١٠٠-٩٠
١,٥" (٣٧,٥مم)			١٠٠	١٠٠-٩٥		١٠٠-٩٠	٧٠-٣٥
١" (٢٥مم)		١٠٠	١٠٠-٩٥		٧٠-٣٥	٥٠-٢٠	١٥-٠
٣/٤" (١٩مم)	١٠٠	١٠٠-٩٠		٧٠-٣٥		١٥-٠	
١/٢" (١٢,٥مم)	١٠٠-٩٠		٦٠-٢٥		٣٠-١٠		٥-٠
٣/٨" (٩,٥مم)	٧٠-٤٠	٥٥-٢٠		٣٠-١٠		٥-٠	
رقم ٤ (٤,٧٥مم)	١٥-٠	١٠-٠	١٠-٠	٥-٠	٥-٠		
رقم ٨ (٢,٣٦مم)	٥-٠	٥-٠	٥-٠				

المواد الرفيعه: **Fine Aggregate**

وتتكون من رمل طبيعى أو غيره من مواد ذات خصائص مشابهه أو خليط منها ذات حبيبات قويه ومتينة وذات تدرجات قياسية ومواصفات خاصة.

- يجب الا تتعدى نسبة المواد الغريبه عن الحدود التاليه:
  - المواد القابله للتفتت بحد أقصى ١٪
  - النسبه المئويه للمار من رقم ٢٠٠ (خرسانه معرضه للتآكل السطحى) ٤٪.
  - النسبه المئويه للمار من رقم ٢٠٠ (خرسانه عاديه) ٥٪.
- يلزم ان تكون المواد الرفيعه خاليه من المواد العضويه.
- يجب الا يقل اختبار المونه القياسى طبقا لاختبار BSS عن ٣٥٪ من قوه المونه القياسيه.
- فى حاله استخدام احجار غير سيليسيه يلزم اجراء اختبار المناعه Soundness باعتبار ٥ دورات بكبريتات الصوديوم بحيث لا تزيد الفاقد عن ١٠٪ بالوزن.

- يدخل تدرج الرمل فى الحدود التاليـه بـالجدول رقـم (١-٥-١٧) أو ايه تدرجات اخرى تثبت صلاحيتها.

جدول رقم (١-٥-١٧) تدرج المواد الرفيعة المستخدمة فى الخرسانة الأسمنتية كطبقة سطحية

رقم المنخل / سعة الفتحات	النسبة المئوية بالوزن للمار من المنخل
٣/٨" (٩,٥مم)	١٠٠
رقم ٤ (٤,٧٥مم)	٩٥-١٠٠
رقم ١٦(١,١٨مم)	٤٥-٨٠
رقم ٥٠ (٠,٣٠٠مم)	١٠-٣٠
رقم ١٠٠ (١٥٠٠مم)	٢-١٠

- **التدرج العام للمواد :**

يتفق مع أحد التدرجات التالية بالجدول رقم (١-٥-١٨) أو أيـة تدرجات أخرى تثبت صلاحيتها.

جدول رقم (١-٥-١٨) التدرج العام للمواد المستخدمة فى الخرسانة الأسمنتية كطبقة سطحية

رقم المنخل / سعة الفتحات	النسبة المئوية بالوزن للمار من المنخل		
	٢,٥" أقصى	١,٥" أقصى	١" أقصى
٣" (٧٥مم)	١٠٠	–	–
٢,٥" (٦٣مم)	٩٥-١٠٠	–	–
٢" (٥٠مم)	٨٠-٩٥	١٠٠	–
١,٥" (٣٧,٥مم)	٦٥-٨٧	٩٠-١٠٠	١٠٠
١" (٢٥مم)	٥٠-٧٥	٥٠-٨٦	٩٠-١٠٠
٣/٤" (١٩مم)	٤٥-٦٦	٤٥-٧٥	٥٥-١٠٠
٣/٨" (٩,٥مم)	٣٨-٥٥	٢٨-٥٥	٤٥-٧٥
رقم ٤ (٤,٧٥مم)	٣٠-٤٥	٣٠-٤٥	٣٥-٦٥
رقم ١٦(١,١٨مم)	١٧-٢١	١٧-٢٧	٢٥-٣٥
رقم ٥٠(٠,٣٠٠مم)	٤-٩	٤-٩	٥-١٥
رقم ١٠٠(٠,١٥٠مم)	١-٣	١-٣	١-٥
رقم ٢٠٠(٠,٠٧٥مم)	٠-٢	٠-٢	٠-٢

١-٥-١-٥ **البردورات الحجرية:**

وتكون هذه الاحجار إمـا بازلتيـه أو جرانيتيـه أو جيريـه ذو صـلاده عاليـه ضد البرى والتآكل والصدمات ومقاومه عاليه لعوامل التجربه ويكون الصخـر خاليا من الحفريـات والمـواد الطينيـه والطباشيريه والمـواد الضـاره الاخـرى وتعمل بأبعاد تتراوح بين (١٥-٢٠سم) × (٢٠-٣٠سم) × (٥٠ - ٧٥سم) أو حسب الشروط المتفق عليها ويجب أن تكـون هـذه الاحجـار سليمه وليس بهـا شروخ وصلبـه ومطابقـه لمواصفـات أحجـار الطبقـه السـطحيه الاسـفلتيه .

(المواصفات القياسيه للهيئه العامه للطرق و الكبارى لسنة ١٩٩٠ – بنـــد ٢٧٠).

ويجب أن تكون خواص هذه الاحجار كالتالى :

- لا يقل جهد الكسرعن ١٥٠ كجم/سم٢
- الفاقد بجهاز لوس انجلوس لا يزيد عن ٤٠%.
- الفاقد فى اختبار المناعه Soundness بعد ٥ دورات فـــى محلــول كبريتات الصوديوم لا يزيد عن ١٢%.
- لا تزيد نسبه امتصاص المياه بعد ٢٤ ساعه عن ٥%.
- لا تتفتت بالغمر فى الماء.
- لا يقل عزم الانحناء عن ٧٠كجم/سم٢.

ويمكن استخدام الاحجار السالفه الذكر مع الرمال والأسمنت لبناء الـــترابيع الحجريه للرصف لمداخل الكبارى وخلافه.

١-٥-٢ <u>الأنواع والمصادر</u>

١-٥-٢-١ <u>الأنواع:</u>

يشتمل الركام المستخدم فى أعمال الطرق على الانواع الآتيه:

(١) <u>ركام طبيعي:</u> Natural Aggregates

وهو الركام الذى يتم الحصول عليه من المواد الصخرية الطبيعيـــه وذلك بالفصل على مناخل مختلفه للحصول على الأحجـــام المطلويـــه، وأحيانا تدخل عليه عملية غسيل للتخلص مـــن الشوائـــب والأمـــلاح ، ويشمل الركام الطبيعى رواسب الزلط والرمال الطبيعيه ونواتج التعرية الطبيعيه بالوديان ومخرات السيول ، وعادة ما يتواجد الركام الغليظ منه أعلى إتجاه السيل أو الوادى والرفيع منه فى الاتجاه الأدنى للســـيل أو الوادى ، وتتميز نواتج التعرية بالوديان ومخرات السيول بزوايا حـــادة Angular غالبا لقربها من صخـــر المصـــدر Mother Rock وتصلـــح للاستخدام فى جميع طبقات الرصـــف وأحيانـــا تكـــون ذات حبيبـــات

(المواصفات القياسيه للهيئه العامه للطرق و الكبارى لسنة ١٩٩٠ - بنـــد ٢٧٠).

ويجب أن تكون خواص هذه الاحجار كالتالى :

- لا يقل جهد الكسرعن ١٥٠ كجم/سم٢
- الفاقد بجهاز لوس انجلوس لا يزيد عن ٤٠%.
- الفاقد فى اختبار المناعه Soundness بعد ٥ دورات فـــى محلــول كبريتات الصوديوم لا يزيد عن ١٢%.
- لا تزيد نسبه امتصاص المياه بعد ٢٤ ساعه عن ٥%.
- لا تتفتت بالغمر فى الماء.
- لا يقل عزم الانحناء عن ٧٠كجم/سم٢.

ويمكن استخدام الاحجار السالفه الذكر مع الرمال والأسمنت لبناء الـــترابيع الحجريه للرصف لمداخل الكبارى وخلافه.

١-٥-٢ الأنواع والمصادر

١-٥-٢-١ الأنواع:

يشتمل الركام المستخدم فى أعمال الطرق على الانواع الآتيه:

(١) ركام طبيعي: Natural Aggregates

وهو الركام الذى يتم الحصول عليه من المواد الصخرية الطبيعيـــه وذلك بالفصل على مناخل مختلفه للحصول على الأحجـــام المطلويـــه، وأحيانا تدخل عليه عملية غسيل للتخلص مـــن الشوائـــب والأمـــلاح ، ويشمل الركام الطبيعى رواسب الزلط والرمال الطبيعيه ونواتج التعرية الطبيعيه بالوديان ومخرات السيول ، وعادة ما يتواجد الركام الغليظ منه أعلى إتجاه السيل أو الوادى والرفيع منه فى الاتجاه الأدنى للســـيل أو الوادى ، وتتميز نواتج التعرية بالوديان ومخرات السيول بزوايا حـــادة Angular غالبا لقربها من صخــر المصـــدر Mother Rock وتصلـح للاستخدام فى جميع طبقات الرصـــف وأحيانـــا تكـــون ذات حبيبـــات

مستديره Rounded وهى التى نقلت لمسافات كبيره بعيدا عن المصدر وتصلح للاستخدام فى طبقه الاساس المساعد او الطبقه السطحيه الخرسانية بحيث تفى هذه المواد بالمتطلبات المنصوص عليها ، كما يتميز الركام الطبيعى المتواجد بمخرات السيول بنظافته وخلوه من المواد الغريبه والشوائب.

(٢) ركام ناتج تكسير الكسارات : Crushed Aggregates

وهو الحصوات الصخرية من الاحجار الطبيعيه المختلفه الناتجه من تكسير الأحجام الكبيره فى الكسارات وذلك مثل ركام الاحجار الكربوناتيه (الأحجار الجيرية – الدولوميت) أو البازلت أو الجرانيت وغيرها ، ثم يفصل بعد تكسيره على مناخل قياسيه ويقسم الى ركام غليظ ورفيع وبودره ، ويعرف الركام الغليظ بجميع أحجامه بالسن ، ويأخذ السن أرقام تبين حجم حبيباته ، فالسن رقم (١) يكون حجم حبيباته من ٢ مم حتى ١ سم والسن رقم (٢) يكون حجم حبيباته من ١ سم الى ٢ سم والسن رقم (٣) يكون حجم حبيباته من ٢ سم الى ٣ سم وهكذا ، أما السن رقم (٦) فاكبر حجم لحبيباته هو ٦سم.

(٣) ركام صناعي: Artificial Aggregates

وهو ذلك الركام الناتج من بعض العمليات الصناعية والتى صاحبها تغيرات طبيعيه أو كيميائية ، ويمكن أن تكون فى شكل ناتج ثانوى من العمليات الصناعيه أو أنتج خصيصا لاستخدامه كركام ، وتشتمل أنواع الركام الصناعي على نوعين أساسيين هما الركام الخفيف الوزن والركام الثقيل الوزن (Light and Heavy Weight Aggregates) كنواتج ثانوية في صناعة الحديد والصلب والمسمى بخبث الافران Blast Furnace Slag.

– ركام خبث الافران المبرد هوائيا: Air-Cooled Slag

وهو الركام الصناعى الاكثر شيوعا وإستخداما فى أعمال الطرق فى طبقاته المختلفه ، وهو منتج ثانوى غير معدنى يتكون مع الحديد فى الافران العاليه كنتيجه لتفاعل المواد المنصهره

Fluxing Materials ثم يبرد الخبث الناتج هوائيا. وعموما يجب أن تتوافر فى خبث الافـران المسـتخدم فـى أعمـال الطـرق نفـس الاشـتراطات الفنيـه المطلوبـه فـى الركـام الطبيعـى طبقـا لنـوع الاستخدام.

ومن الخواص الهامه التي يجب معرفتها عند استخدام الخبث في أعمـال الطـرق الـى جـانب الخصـائص الأخـرى هـى كميـة الكبريتـات والتـى يجـب الا تتعـدى ٥ر ٠٪ وإلا يجـب اسـتخدام الاسمنت المقاوم للكبريتات في أعمال الخرسانة الاسمنتيه ، هذا الى جـانب أن يكون الخبث متجانسـا فـى الـوزن النوعـى لمكوناتـه الحصوية والا يقل وزن وحـدة الحجـوم Unit Weight عـن ٧٠ رطل/قدم^{3} (١ر١ كجم/سم^{3})٠

- ركام خبث الافران المبرد مائيا: Water-Cooled Slag

ويتم تبريده بالماء ويتميز بأنه خفيف الوزن وهو نادر الاستخدام فى أعمال الطرق وخاصة بمصر ويستخدم أحيانـا للحصـول علـى مكون خرسانى خفيف الـوزن عند الحاجـه الماسـه للحصـول علـى خرسانه خفيفه وخاصـة فـى أعمـال الكبـارى الطويلـه Long Span Bridges

(٤) البودره : Mineral Filler

وهى المواد الناعمه الطبيعية أو ناتج طحن الأحجار الجيرية أو أى أحجار أخرى صلبه والتى تمر كلها من المنخـل رقـم ٣٠ (٦٠ر٠ مـم) وتفى بمتطلبات المواصفات ويجب أن تكون خاليه من المواد الطينيه أو أى مـواد أخـرى ضـاره وذات تـدرج محـدد حسـب الاسـتخدام ٠ ومـن مصـادر البـودره الاسمنت أو غبـار الاسـمنت أو مـواد ناعمـه طبيعيـه خاليه من المواد الضـاره وأن تكون عديمه اللدونه.

١-٥-٢-٢ المصادر الطبيعيه لتواجد الركام فى مصر طبقا للمعلومات الجيولوجية:

تعتبر الصخور والرواسب الطبيعيه المختلفه المصادر الرئيسية للركام فى مصر، وتتوزع هذه المصادر الطبيعيه على مختلف العصور الجيولوجيه والاماكن الصحراوية المختلفه وغيرها ، وسوف نتناول فى هذا الباب عرض لبعض المعلومات الجيولوجيه المتاحه والتى توضح مواقع وخصائص الركام بأنواعه المختلفه من مصادرها الطبيعيه في مصر ، وذلك حسب نوع الصخر أو الحجر المستخدم أو الرواسب وهى :-

(١) الصخور الكربوناتيه: Carbonate Rocks

أ- الأحجار الجيرية : Limestones

وهى أحجار رسوبيه المنشأ تتكون أساسا من كربونات الكالسيوم وهناك أنواع عديده من هذه الأحجار الجيريه بعضها يصلح للاستخدام فى أعمال الطرق ، والبعض الأخر لا يصلح للاستخدام فى هذه الأعمال ، ولذلك يجب توخى الحرص عند اختيار المحجر وعدم التصريح باستخدام صخور الا بعد اجراء الاختبارات اللازمه لتحديد خواص هذه الصخور.

وأهم أنواع الاحجار الجيرية فى مصر هى:

- الحجر الجيرى البطروخى: Oolitic Limestone

وتنتشر رواسب هذا النوع من الأحجار الجيريه بطول الساحل الشمالى الغربى من الاسكندريه وحتى مطروح ، وهو من الأحجار الجيرية الضعيفه غير الصلده والتى لا تصلح لانتاج الركام ، وذلك لارتفاع نسبة المساميه والنفاذيه لها وقلة مقاومتها للانضغاط الى جانب تفككها بالغمر فى الماء ، وتنتمى هذه الرواسب عموما الى عصر البليوسين Pliocene .

- الحجر الجيرى الطباشيرى : Chalky Limestone

وتنتشر هذه الرواسب فى عدة مناطق بمصر وتكون متداخله مع رواسب الحجر الجيرى الصلد ، وخاصة حول

القاهره ويشكل جزء من تكوين المقطم Mokattam Formation والذى يمتد الى المعادى وحلوان. والأحجار الجيرية الطباشيرية بسمالوط (المنيا) تعتبر من اكبر هذه الرواسب ، وغالبية هذه الترسيبات لا تصلح للاستخدام كمصدر للركام وذلك نظرا لضعف مقاومتها للانضغاط واحتمالات تفككها فى الماء ، وتنتمى هذه الرواسب عموما الى عصر الايوسين Eocene .

- الحجر الجيرى المارلى : Marly Limestone

وهذا النوع من الأحجار الجيرية لا يصلح للاستخدام فى انتاج ركام جيد وذلك لارتفاع محتواه من المواد الطينية وخلاف ذلك من الخواص التى تجعله لا يصلح لانتاج الركام ، ويوجد فى مناطق عديده بمصر مثل منطقة جنيفه (السويس) وسيناء الشمالية ، الى جانب العديد من مناطق تواجد الطفله وقريبا منها مثل مناطق غرب نهر النيل من الهرم وحتى بنى سويف وبعض المناطق المتفرقه من شرق النيل.

- الحجر الجيرى النيموليتى: Nummulitic Limestone

وتنتشر رواسب هذا النوع من الأحجار الجيرية ضمن تكوين المقطم أيضا وكذلك هضبة الاهرام ، كما تتواجد بمناطق بنى حسن (المنيا) وغيرها ويمكن استخدام هذه الرواسب كمصدر للركام الطبيعى ، وذلك بعد اخضاعه للأختبارات القياسية وبشرط ألا تشكل الحفريات Fossils جزءا كبيرا من الصخر.

- الحجر الجيرى الصلد: Hard Limestone

ويعتبر هذا النوع من الأحجار الجيرية من المصادر الشائعه الاستخدام لانتاج الركام ويتواجد هذا النوع فى عدة مناطق بمصر منها على سبيل المثال رواسب الحجر الجيرى بطريق السويس - القاهره ، وبعض مناطق شمال سيناء ، ووسط غرب

سيناء هذا الى جانب رواسب الحجر الجيرى الصلد بمنطقة أبو رواش وطريق القاهره ـ الواحات ومناطق شمال وجنوب واحه سيوه بالساحل الشمالى الغربى وكذلك بعض المناطق بالوادى الجديد ووادى أسيوط . وتتبع هذه الرواسب عصر الميوسين ، الايوسين ،والكريتاوى Miocene , Eocene & Cretaceous ويتميز هذا النوع من الأحجار بصلادته العاليه وندرة تفككه فى الماء وغير ذلك من الخصائص التى تجعله صالحا للأستخدام فى انتاج ركام جيد.

- <u>الحجر الجيرى السيليسى والرملى:</u> Siliceous and Sandy Limestone

والنوع السيليسى يتكون نتيجه إحلال السليكا SiO_2 كيميائيا اثناء عمليات التجويه الطبيعيه Weathering أما النوع الرملى فيتكون نتيجة دخول حبيبات الرمال وترسيبها اثناء ترسيب الاحجار الجيرية ، والنوع الأول هو الاكثر شيوعا فى الاستخدام كمصدر من مصادر الركام الطبيعى والذى يتميز بصلادته العاليه وغيرها من الخواص التى تجعله صالحا للاستخدام. ويجب قبل إستخدامه التأكد من خاصية الإلتصاق بالأسفلت.

ب- <u>الدولوميت:</u> Dolomite

وهى الصخور الكربوناتيه التى تمثل فيها كربونات الماغنسيوم حوالى من ١٥-٢٠٪ تقريبا ، وتنتشر رواسب الأحجار الدولوميتيه أساسا فى منطقة عتاقه ــ جنوب مدينة السويس ، وكذلك بمنطقة الخطاطبه (طريق القاهره ـ الاسكندرية الصحراوى) وتمتاز أحجار الدولوميت بصلادتها العالية جدا ومعامل برى منخفض الى جانب مساميتها ونفاذيتها الضعيفه مما يجعل هذا النوع من الأحجار من المصادر الرئيسيه لانتاج الركام المستخدم فى أعمال الطرق والكبارى والمطارات أو فى إنتاج الخرسانات ويمكن التعرف عليها

فى مصادرها عن طريق صلادتها العاليه ولونها الأبيـــض المـــائل للاحمرار أو الرمادى.

(٢) الزلط: Gravel

ويعتبر الزلط من المصادر الطبيعيه الرئيسيه للحصول على ركـــام الطرق وغيرها كالخرسانه ، ويقصد بالزلط تلك الحصوات الصخريـــة الكبيره (الغليظه) التى تحجز على المنخل ٧٥ر٤ مم ويصنف الى الزلط الفينو (من ٧٥ر٤مم ــ ٣٠مم) والزلط العادى (من ٣٠مم ــ ٥٠مـــم) والزلط الفاير (اكثر من ٥٠ مم)٠ ويتم تقسيم أنواع الزلـــط المختلفـه إعتمادا على الطريقه الميكانيكيه باستخدام هزازات ومناخل ذات فتحات ثابته.

ورواسب الزلط تتواجد فى مناطق عديده بمصـــر وتنتمـــى غالبـــا لعصـــر الاوليجوســـين Oligocene وأحيانـــا لعصـــر البلستوســـين Pleistocene، وأهم مواقع تواجد الزلط تلك المتواجدة قريبا من القاهره عند دهشور (الجيزه) وبطريق القطاميه-السويس وطريـــق القـــاهره-الاسكندريه الصحراوى ومنطقة كوع القرد بالقرب من جنيفه وكذلـــك بعض مناطق شمال وجنوب سيناء.

(٣) الرمال : Sand

وتشكل الرمال الطبيعية المصدر الرئيسى للحصول علـــى الركـــام الصغير (الرفيع) فى مصر وهو الحبيبات الصخرية التـــى تمـــر مـــن المنخل ٧٥ر٤ مم وتقسم الرمال الى عدة أنواع تبعا لأحجامها، وأنواع الرمال المتداوله تشمل الرمال الحرشه Coarse grained والتى تكـــون متداخله عادة مع رواسب الزلط الطبيعيه والرمال المتوسطه الحبيبـــات Medium grained والرمال الرفيعه الحبيبـــات Fine grained وتنتشـــر الترسيبات الرمليه فى العديد من الأماكن فى مصر وتعتـــبر الكثبـــان الرمليه Sand Dunes أحد المصادر الطبيعيه للحصول علـــى الرمـــال المستخدمه فى أعمال الطرق وتنتمى هذه الكثبان الرملية الى العصـــور الحديثه Recent ، والترسيبات الرمليه تتكون أساسا كنتيجـــة لعمليـــات

التجويه الطبيعيه والميكانيكيه للصخور المختلفه وخاصة الناريه منها ، ونظرا لتغير نوع المصدر لهذه الرواسب الرمليه تختلف الرمال فى خصائصها العامه وفى لونها، وعموما يجب إخضاع هذه الترسيبات الرمليه للأختبارات القياسيه، وذلك لتواجد أنواع منها يكون مختلطا مثلا بالجير أو السليكا أو الحديد وخلافه.

وهناك العديد من المناطق بمصر تتواجد بها الترسيبات الرمليه مثل الكثبان الرملية بطريق القاهره ــ الاسماعيلية ، وطريق القاهره الاسكندريه وشمال ووسط سيناء.

(٤) البازلت : Basalt

والبازلت يعتبر من الصخور النارية القاعدية ذات لون أسود ، وهذا الصخر صلد ويتكون نتيجة بروده الصهير الأرضى الخارج من باطن الأرض فى صورة طفوح بركانية على سطح القشرة الأرضية أو كقواطع وسدود Dykes & Sills وتتميز صخور البازلت بقوه مقاومتها للانضغاط وصلادتها العالية وكذلك كثافتها والمساميه القليله وغير ذلك من الخواص التى تجعلها صالحه للاستخدام كركام فى أعمال الطرق ، الا أنه يجب إخضاعها للأختبارات القياسيه وذلك نظرا لأحتمالات تعرضها فى مناطق كثيره لعمليات التجويه الطبيعيه والكيميائية والميكانيكية والتى تؤدى فى مجملها الى تكون معادن طينيه تؤدى الى وجود شروخ عديده بها الى غير ذلك من الظواهر التى تجعل أستخدامه فى أعمال الطرق مشروطا.

وتتواجد صخور البازلت فى العديد من الاماكن فى مصر منها مناطق الجفره وأبو طريفيه ، القطاميه ، اليهموم ، العنقبيه ، أبو زعبل، لسان الباقورا ، العلاوى الزرق ، جنوب القصير بالصحراء الشرقيه ، وفى الصحراء الغربية فى مناطق أبو رواش (تل الزلط) والقطرانى (الفيوم) ، البهنسا ، الواحات البحرية ، وغيرها. وتنتشر أيضا القواطع والسدود البازلتيه (وهى تلك القواطع للصخور المختلفه

عموديه أو مائله عليها قريبا من سطح الأرض) فى العديد من المواقع وخاصة سيناء ومنطقه الناقه بالصحراء الشرقيه ووادى نتش وغيرها.

(٥) الصخور الناريه : Igneous Rocks

يمكن استخدام الصخور الناريه الصلده الأخرى(غير البازلت) مثل صخور الجرانيت Granite , وغيرها من الصخور الناريه التى تتميز فى عمومها بالصلاده وقوة مقاومتها للانضغاط وانخفاض مساميتها ونفاذيتها الى جانب مقاومتها العالية للبرى والتآكل. وتنتشر هذه الانواع من الصخور أساسا بمناطق عديده بجنوب سيناء والصحراء الشرقيه وأسوان والعوينات بأقصى جنوب مصر الغربى ، وفى هذه الأنواع من الصخور يمكن استغلال نواتج التعريه الطبيعيه لهذه الصخور والمتجمعه بالوديان القريبه منها على هيئه كتل ثم تكسيرها ونخلها الى الاحجام المطلوبه أو استغلال نواتج تكسير المحاجر وذلك بفصلها ايضا الىالاحجام المطلوبه ، وتتبع هذه الانواع من الصخور عصر ما قبل الكمبرى Precambrian.

وهناك أنواع أخرى من هذه الصخور لا تصلح للأستخدام فى اعمال ركام الطرق وخاصة تلك المحتويه على البيوميس Pumice أو المتزججه الناعمه Glassy مثل الرايوليت والاوبسيديان Rhyolites & Obsidian لانها اما أن تكون هشه ومليئه بالفراغات خفيفه الوزن مثل البيوميس أو أن تتفاعل مع المواد القلويه الموجوده بالاسمنت والذى يؤدى الى التشريخ والانهيار المبكر ، كما أن وجودها فى الخلطات الاسمنتية والاسفلتيه تعطى سطحا ناعما غير قابل للتماسك معها وذلك مثل الاوبسيديان.

١-٥-٢-٣ شروط إستخراج المواد من المحاجر:

تعتبر الشروط التاليه هامه عند استخراج المواد المختلفه من محاجرها وواجبة التنفيذ وهذه الشروط هى :

- لا يسمح بنقل المواد من المحاجر إلا بعد إعتماد المحجر من المهندس المشرف وذلك بعد إجراء البحوث اللازمه على المحجر بأخذ الجسات واجراء الاختبارات والفحوص اللازمه لتحديد مدي صلاحيته وكفاءته طبقا للمواصفات القياسيه.
- يقوم المقاول بكشف المحجر وذلك بتنظيف الموقع من جميع المواد الضاره مثل الحشائش والجذور وإزالة الطبقه العليا المعرضه لعوامل التعريه والتى غالبا ما تحوى أتربه أو مواد عضويه أو مواد طينيه أو ضاره وذلك بمسطح كاف يزيد عن المسطح المطلوب حفره لمنع إنهيار الاتربه واختلاطها بمواد المحجر بعد تشوينها.
- يجب أن تكون المواد المنقوله من المحجر متجانسه ونظيفه وخاليه من أى شوائب أو مواد غريبه ضاره مع مراعاة عدم فقد أى مكون من مكوناتها أثناء عملية النقل.

١-٦ الإيبوكسي وأنواعه

يتضمن هذا الجزء كافة أنواع الإيبوكسى ومتراكباته التى تستخدم فى أعمال رصف الطرق والأدوات المستخدمة، ويجب أن تتبع المواصفات القياسية المصرية الصادرة عن الهيئة المصرية العامة للتوحيد القياسى فى هذا المجال ، وفى حالة عدم وجود مواصفات قياسية مصرية لأى منها، تتبع مواصفات إتحاد مسؤولى النقل والطرق الأمريكى AASHTO ومواصفات الجمعية الأمريكية لإختبار المواد ASTM أو المواصفات القياسية البريطانية B.S. أو المواصفات القياسية الألمانية DIN لحين صدور مواصفات قياسية مصرية من الهيئة العامة للتوحيد القياسى إن لم يحدد غير ذلك.

١-٦-١ تعريف

المواد الإيبوكسية عبارة عن بلمرات تحتوى على حلقة ثلاثية من ذرتى كربون وذرة أكسجين ، وكلمة إيبوكسى مشتقة من كلمة Epi ومعناها خارج، وكلمة Oxy وهى اختصار لكلمة أكسجين Oxygen، والمعنى الكامل لها

- لا يسمح بنقل المواد من المحاجر إلا بعد إعتماد المحجر من المهندس المشرف وذلك بعد إجراء البحوث اللازمه على المحجر بأخذ الجسات واجراء الاختبارات والفحوص اللازمه لتحديد مدي صلاحيته وكفاءته طبقا للمواصفات القياسيه.
- يقوم المقاول بكشف المحجر وذلك بتنظيف الموقع من جميع المواد الضاره مثل الحشائش والجذور وإزالة الطبقه العليا المعرضه لعوامل التعريه والتى غالبا ما تحوى أتربه أو مواد عضويه أو مواد طينيه أو ضاره وذلك بمسطح كاف يزيد عن المسطح المطلوب حفره لمنع إنهيار الاتربه واختلاطها بمواد المحجر بعد تشوينها.
- يجب أن تكون المواد المنقوله من المحجر متجانسه ونظيفه وخاليه من أى شوائب أو مواد غريبه ضاره مع مراعاة عدم فقد أى مكون من مكوناتها أثناء عملية النقل.

١-٦ الإيبوكسي وأنواعه

يتضمن هذا الجزء كافة أنواع الإيبوكسى ومتراكباته التى تستخدم فى أعمال رصف الطرق والأدوات المستخدمة، ويجب أن تتبع المواصفات القياسية المصرية الصادرة عن الهيئة المصرية العامة للتوحيد القياسى فى هذا المجال ، وفى حالة عدم وجود مواصفات قياسية مصرية لأى منها، تتبع مواصفات إتحاد مسؤولى النقل والطرق الأمريكى AASHTO ومواصفات الجمعية الأمريكية لإختبار المواد ASTM أو المواصفات القياسية البريطانية B.S. أو المواصفات القياسية الألمانية DIN لحين صدور مواطفات قياسية مصرية من الهيئة العامة للتوحيد القياسى إن لم يحدد غير ذلك.

١-٦-١ تعريف

المواد الإيبوكسية عبارة عن بلمرات تحتوى على حلقة ثلاثية من ذرتى كربون وذرة أكسجين ، وكلمة إيبوكسى مشتقة من كلمة Epi ومعناها خارج، وكلمة Oxy وهى اختصار لكلمة أكسجين Oxygen، والمعنى الكامل لها

"الأكسجين المرتبط من الخارج"، وتحضر راتنجات الإيبوكسي من تفاعل مادة البيسفينول أ (Bisphenol A) مع الإيبيكلوروهيدرين (Epichlorohydrin) في وسط قلوى مثل الصودا الكاوية.

١-٦-٢ أنواع المتراكبات الإيبوكسية

١-٦-٢-١ المتراكبات الإيبوكسية ذات المركبين

تتكون هذه المتراكبات من مركبين ، الأول وهو المركب (A) عبارة عن راتنج الإيبوكسي، أما المركب الثانى (B) فهو المصلد، ولايتم تصلد أو جسوء هذين المركبين إلا بإضافتهما الى بعضهما البعض مع التقليب الجيد، وبنسب محددة من قبل الشركة المنتجة.

١-٦-٢-٢ المتراكبات الإيبوكسية ذات الثلاث مركبات

تتكون هذه المتراكبات من راتينج الإيبوكسى (A) والمصلد (B) بالإضافة إلى مادة مالئة تضاف إلى المركبين السابقين بالنسب التى تحددها الشركة المنتجة، وذلك للحصول على مونة إيبوكسية مناسبة للغرض المستخدمة فيه .

المواد المالئة وخواصها

المواد المالئة المستخدمة فى المونة الإيبوكسية هى البازلت والكوارتز والسيليكا والميكا والرمل، ويجب التأكد من نظافتها ومقاومتها العالية للغسيل قبل إضافتها، كما يجب أن تكون مصحوبة بشهادة من معمل معتمد من جهة الإشراف يذكر فيها التدرج المنخلى حسب المواصفة القياسية (AASHTO - M 200).

١-٦-٣ مجالات الاستخدام

تستخدم الراتينجات الإيبوكسية فى أعمال لحام الشروخ فى الطرق، وفى أعمال لحام الخرسانة القديمة، وفى أعمال الحقن وترميم الخرسانة، وفى

أعمال الرصف على الأسطح المعدنية والخرسانية، وكمواد رابطة فى بعض أنواع البويات المقاومة للتآكل.

١-٦-٣-١ أعمال الشروخ فى الطرق

تستخدم المواد الأيبوكسية لإرجاع حالة الرصف الإنشائية إلى ماكانت عليه مسبقا حتى تستطيع الطرق مقاومة الأحمال المرورية التى أنشئت من أجلها وذلك طبقا للمواصفات القياسية.(ACI 503-5R/92, ASTM - C 881)

(١) خواص الايبوكسيات المستخدمة فى لحام الشروخ

يجب أن تجتاز الإيبوكسيات المستخدمة فى لحام الشروخ فى الطرق كافة الخواص التالية بنجاح تام على أن تكون مصحوبة بشهادة معتمدة من جهة محايدة مع مراعاة حدود البنود الواردة.

أ- يجب أن تكون اللزوجة في حدود ١٠٠-٥٠٠ سنتى بواز عند درجة حرارة ٢٥° م.

ب- يجب أن تكون الفترة التى تسبق بدء التصلد بعد الخلط مباشرة (زمن الشك) كافية لدرجة تسمح بتخلل المتراكب داخل الشروخ العميقة.

جـ- يجب ألا يتغير معامل المرونة للمتراكب بعد التصلد واكتساب صفة الجساءة مع الوقت.

د- يجب أن تكون قوة الشد للمتراكب ٢٨٠ - ٩١٠ كجم/سم^{2} . (ASTM - D638)

هـ- يجب أن تكون الاستطالة للمتراكب ٣ - ٦٪. (ASTM - D638)

و- يجب أن تكون مقاومة الانضغاط(Compressive Strength) ١٠٥٠-١٧٥٠ كجم/سم^{2} (١٥٠٠٠-٢٥٠٠٠ رطل/بوصة مربعة). ASTM - D٦٩٥

ز- يجب أن يكون معامل التمدد الحرارى (Coefficient of Thermal Expansion) ٤٥ -٦٠ كما يجب ألا تقل درجة

الحرارة عند التحول من الجساءة إلى المرونة Heat (Deflection Temperature) عن ٤٩°م.

(٢) لحام الشروخ

أ- يجب أن تنظف الشروخ تنظيفا جيدا، وأن تكون خالية تماما من أى مواد غريبة، وذلك باستخدام الهواء المضغوط.

ب- تخلط مركبات الإيبوكسى(A , B) بالنسب المقررة من قبل الشركة المنتجة، وتقلب تقليبا جيدا حتى يتم الامتزاج التام بين المركبين.

جـ- يصب متراكب الايبوكسى داخل الشروخ المطلوب لحامها ثم يسوى سطح الطريق بأداة خاصة.

د- يجب غلق الطريق حتى يتم تصلد متراكب الايبوكسى داخل الشروخ.

(٣) الشروط الواجب مراعاتها عند لحام الشروخ

أ- عدم وجود هبوط فى طبقة التأسيس الحاملة للرصف.

ب- عدم وجود مشاكل انشائية فى طبقات الرصف التى تؤدى الى التدهور.

جـ- عدم السماح بزيادة الأحمال المرورية عن المقرر لها عند انشاء الرصف.

١-٦-٣-٢ أعمال لحام (ربط) الخرسانة الجديدة (الطازجة) بالقديمة

يستخدم متراكب الإيبوكسى فى ربط الخرسانة الجديدة بسطح الرصف القديم وذلك للمساحات المراد إصلاحها أو تقويتها بسطح الرصف القديم أو عمل طبقة رصف جديدة فوق القديمة ويتم ذلك طبقا المواصفات القياسية (ACI 503-2/86, ASTM - C 881).

(١) تجهيز السطح الخرسـانى

ينظف السطح الخرسانى من جميع المواد العالقة بواسطة مسدس الرمل أو بالمياه تحت ضغط مرتفع أو بأى طريقة أخرى يراها المهندس المسؤول بالموقع مناسبة.

(٢) فحص السطح الخرساني

يجب أن تؤخذ النقاط التالية فى الاعتبار عند فحص سطح الخرسانة قبل بدء العمل :-

- أن يكون سطح الخرسانة خاليا تماما من أى أتربة أو غبار أو زيوت أو أى مواد أخرى غريبة.
- أن يكون سطح الخرسانة جاف تماما ويجب عمل الإختبار الخاص بمحتوى الرطوبة، وفى حالة وجود أية رطوبة على السطح يجب الإنتظار حتى الجفاف التام.
- أن تكون درجة حرارة سطح الخرسانة أعلى من ٥°م حتى يمكن ضمان ترطيب السطح بمتراكب الإيبوكسى.
- أن يكون السطح الخرساني ذو رنين وأن يعطى قوة جذب Pull out strength قدرها ٧ كجم/سم^{٢} (١٠٠ رطل/ بوصة مربعة). ASTM - C881

١-٦-٣-٣ خلط المتراكبات الإيبوكسية

(١) تخلط المتراكبات الإيبوكسية فى أوعية نظيفة تماما خالية من أى مواد ضارة أو غريبة ويتم الخلط بالوزن كما هو مبين على عبوات الشركة المنتجة على أن يتم التقليب ميكانيكيا بواسطة خلاط خاص حتى الحصول على متراكب متجانس، أما الكميات الصغيرة فتخلط بالأدوات العادية مثل سكينة المعجون أو أى أداة أخرى يراها المهندس المسؤول بالموقع مناسبة.

(٢) يتم تغطية السطح الخرسانى بمتراكب الإيبوكسى بواسطة الفرشاة أو الرولة أو المساحات وذلك بالمعدلات المحددة طبقا لتعليمات الشركة المنتجة.

(٣) توضع الخرسانة الجديدة بعد التغطية بمتراكب الإيبوكسى مباشرة وقبل تصلد متراكب الإيبوكسى.

١-٦-٣-٤ تقييم الأداء فى الموقع

يجب أن يتم التأكد من ترابط الخرسانة الجيدة بالقديمة بعد مرور ٢٨ يوم على الصب وذلك بواسطة الطّرق على السطح بأية آلة حادة مناسبة أو بواسطة جر سلسلة حديدية ثقيلة على السطح، وعند سماع أى صوت أجوف فى أية مساحة فيجب أخذ عينة خرسانى خلال الطبقتين الجديدة والقديمة ثم تفحص بالعين المجرّدة وتجرى عليها الإختبارات المعملية حسبما يرى المهندس المسؤل بالموقع.

١-٦-٣-٥ الخواص الفيزيقوميكانيكية لمتراكب الإيبوكسى المستخدم

(١) اللزوجة:

يجب ألا تزيد اللّزوجة لمتراكب الإيبوكسى منخفض اللزوجة على ٢٠ بواز وأن تتراوح من ٢٠ إلى ١٠٠ بواز لمتراكب الإيبوكسى متوسط اللزوجة. (ASTM - C881)

(٢) جهد الترابط :

يجب ألا يقل جهد الترابط بعد ١٤ يوم عن ١٠٥ كجم/سم٢ (١٥٠٠ رطل على البوصة المربعة).

(٣) درجة الحرارة عند إكتساب المرونة:

يجب ألا تقل درجة الحرارة عند إكتساب المرونة عن ٤٩ °م.

(٤) معامل الإنكماش:

يجب ألا يزيد معامل الإنكماش على ٠,٠٥ ٪ .

(٥) **مقاومة الضغط عند نقطة الخضوع:**

يجب ألا يقل الضغط عند نقطة الخضوع عـــن ٥٦٠ كجـم/سـم٢ (٨٠٠٠ رطل على البوصة المربعة) بعد ٧ أيام.

(٦) **مقاومة الشد:**

يجب ألا تقل مقاومة الشد عن ٤٢٠ كجـــم/ســم٢ (٦٠٠٠ رطـــل للبوصة المربعة) بعد ٧ أيام.

١-٦-٣-٦ أعمال الترميم للخرسانة بالإيبوكسى

تجرى أعمال الترميم بالسطح الخرسانى عند وجود عيوب أو تهشـم فـــى بعض الأماكن حيث يجهز السطح وتملأ المساحات المطلوب ترميمها بالمونـــة الإيبوكسية الخاصة لهذا الغرض ويتم ذلك طبقا المواصفات القياسية (ACI 503-4/86, ASTM - C 881).

(١) **تجهيز السطح الخرسانى**

يجب أن يكون السطح الخرسانى المراد ترميمه خال مـــن المـــواد المفككة، ويستخدم لذلك مسدسات الرمل أو المياه تحت ضغط مرتفع أو أية وسيلة أخرى يراها المهندس المسؤول بالموقع مناسبة وتحقـــق الغرض.

(٢) **فحص السطح الخرسانى**

يجب التأكد من النقاط التالية عند فحص السطح الخرسانى:

أ- أن يكون السطح خاليا من الأتربة والغبار والزيوت أو أى مواد أخرى غريبة.

ب- أن تكون درجة حرارة السطح أعلى من ٥°م.

جـ- أن يختبر مستوى الرطوبة قبل بدء التنفيذ وفى حالة وجـــود رطوبة على السطح يجب الانتظار حتى تمام الجفاف.

د- أن يكون المسطح ذو رنين وأن تكون الخرسانة المكونـــة لـــة ذات قوة جذب (شد) لا تقل عن ٧ كجم/ســـم٢ (١٠٠ رطـــل للبوصة المربعة) .

(٣) المواد المستخدمة

أ- متراكب الإيبوكسي المكون من مركب A والمركب B.

ب- المواد المالئة (الرمل - بودرة الكوارتز - الأسمنت).

(٤) خلط المواد

أ- يضاف المركب B إلى المركب A ويخلط المركبين جيداً لمدة ثلاث دقائق، باستعمال خلاط ميكانيكي بطئ لاتزيد سرعة دورانه عن ٣٠٠ لفة فى الدقيقة، حتى الحصول على متراكب إيبوكسى متجانس تماماً.

ب- تضاف المواد المالئة إلى متراكب الإيبوكسى المحضر فى البند السابق ويعاد التقليب لمدة ثلاث دقائق أخرى حتى يتم الإمتزاج الكامل.

جـ- ينقل المخلوط إلى وعاء نظيف وتزال أجزاء المواد الملتصقة بجدار وعاء الخلط بسكين معجون وتضاف إلى باقى المتراكب ويعاد الخلط مرة ثانية بنفس الطريقة.

د- عند التنفيذ يفضل دهان وجه أولى من نفس متراكب الإيبوكسى (بدون مواد مالئة) قبل فرد المونة الإيبوكسية فى الأماكن المراد ترميمها.

(٥) الخواص الفيزيقوميكانيكية لمتراكب الإيبوكسى المستخدم.

أ- اللزوجة:

يجب ألا تزيد اللزوجة لمتراكب الإيبوكسى منخفض اللزوجة على ٢٠ بواز وأن تتراوح بين ٢٠ - ١٠٠ بواز لمتراكب الإيبوكسى متوسط اللزوجة.

ب- جهد الترابط:

يجب ألا يقل جهد الترابط بعد ١٤ يوم عن ١٠٥ كجم/سم^{٢} (١٥٠٠ رطل على البوصة المربعة).

جـ- معامل الإنضغاط:

يجب ألا يقل معامل الإنضغاط عن ٩١٠ كجم/سم^{٢} (١٣٠٠٠ رطل للبوصة المربعة).

د- الإستطالة:

يجب ألا تقل الممطولية عن ٣٠٪.

١-٦-٣-٧ الخواص الفيزيقوميكانيكية للمونة الإيبوكسية المستخدمة

تعتمد الخواص الفيزيقوميكانيكية للمونة الإيبوكسية إعتماداً كبيراً على نوع وكمية المواد المالئة والمواد الإيبوكسية.

(١) الكثافة

يجب أن تتراوح الكثافة بين ١,٨ و ٢,١ طن/م^{٣}.

(٢) مقاومة الإنضغاط

يجب أن تتراوح مقاومة الإنضغاط بين ٥٠٠ و ١٠٠٠كجم/سم^{٢}.

(٣) مقاومة الشد

يجب أن تتراوح مقاومة الشد بين ١٥٠ و ٢٥٠ كجم/سم^{٢}.

(٤) مقاومة الإنحناء

يجب أن تتراوح مقاومة الإنحناء بين ٢٠٠ و ٤٠٠ كجم/سم^{٢}.

(٥) مقاومة البرى

يجب أن تتراوح مقاومة البرى بين ١ سم^{٣}/٥٠ سم^{٢}.

(٦) مقاومة الحرارة

يجب أن تكون عند ٩٠ °م فى حالة المونة الرطبة وعند ١٤٠ °م فى حالة المونة الجافة.

١-٦-٣-٨ أعمال الرصف على الأسطح المعدنية والخرسانية

تستخدم المواد الإيبوكسية فى إنشاء طبقة رصف سطحية على الأسطح المعدنية والخرسانية وذلك بخلط المواد الإيبوكسية بالمواد المالئة ثم فرشها وتمكها على السطح بعد إعداده وتجهيزه حسب المواصفات الفنية.

(١) الأسطح المعدنية

أ- إعداد السطح

- يجب تنظيف السطح تنظيفا جيدا وذلك بإزالة الصدأ والمواد الغريبة العالقة بسطح الحديد أو الصلب بتوجيه المواد المضغوطة إليها مباشرة حتى الوصول إلى الدرجة المحددة للسطح النظيف عن طريق المقارنة مع صورة فوتوغرافية معتمدة، أما فى حالة الأسطح المغطاة بالإيبوكسى من قبل فتزال هذه الطبقات باستعمال اللهب أو بأية وسيلة أخرى يوافق عليها المهندس المسؤول بالموقع وذلك قبل عملية السفع، كما يجب ألا تقل سماكة الصلب المستعمل فى الأرضية عن ٥ مم.
- يجب تغطية السطح بعد تمام تنظيفه بأقل من ست ساعات بدهان إيبوكسى مانع للصدأ.

ب- دهان السطح

- يدهن السطح المنظف بدهان بادئ مانع للصدأ من نوع الإيبوكسى ذى المركبين مع إتباع تعليمات الشركة المنتجة.
- يتم الطلاء بالفرشاة أو بأية وسيلة أخرى يراها المهندس المسؤول بالموقع مناسبة.
- فى حالة عمل أكثر من طبقة طلاء يفضل استخدام دهانين بادئين بلونين مختلفين.
- يرش الكوارتز الناعم على سطح الطبقة البادئة قبل تمام جفافها.

جـ- الشروط الواجب توافرها فى طبقة الطلاء الإيبوكسية

يجب أن تتوافر فى طبقة الطلاء الإيبوكسية الشروط التالية:

- أن تكون طبقة الطلاء ذات سماكة ووزن مخفف، وسهلة الصيانة بمعدات خفيفة.
- أن يكون الطلاء ذا قدرة عالية على تسوية فرق المناسيب للأسطح المعدنية ويراعى ذلك جيدا عند التنفيذ.

- أن يكون الطلاء ذا قدرة عالية لمقاومة الصدأ والعوامل الجوية.
- أن يكون سطح الطلاء خشناً بدرجة كافية لمقاومة الإنزلاق وصلداً لمقاومة الإحتكاك.
- أن تكون طبقة الطلاء ذات مقاومة عالية للصدمات وتحمل الأحمال.
- أن تقاوم طبقة الطلاء الكيماويات وكافة أنواع وقود السيارات، والإشتعال.
- ألا تتغير خواص طبقة الطلاء مع تغير درجة الحرارة.

(٢) الأسطح الخرسانية

أ- إعداد السطح

يجب التأكد من النقاط التالية قبل البدء فى أعمال الرصف بالطبقة الإيبوكسية.

- أن يكون قد مضى مدة ٢٨ يوماً على الخرسانة الجديدة، أما الأسطح القديمة فيجب أن تكون تامة الجفاف.
- أن تعالج كافة العيوب الإنشائية بالسطح الخرسانى مثل الحفر الكبيرة والصغيرة والشروخ والأجزاء المكسورة بالأحرف وخلافه.
- التأكد من عدم وجود تطبيل أو عيوب بالغطاء الخرسانى ناتجة عن صدأ بشبكة حديد التسليح وفى حالة وجود صدأ فيلزم استخدام مسدس الرمل لإزالته وإعادة الغطاء الخرسانى من جديد.
- أن ترمم المساحات التي بها تدهور بالسطح الخرسانى وذلك بالمواد الإيبوكسية بنسبة من ثلاثة إلى خمسة أجزاء مواد مالئة إلى جزء واحد من راتينج الإيبوكسى إذا كان عمق الترميم لا يزيد على ٢,٥ سم وبالخرسانة الأسمنتية إذا زاد

العمق عن ذلك مع وجوب الإنتظار مدة ٢١ إلى ٢٨ يوماً قبل البدء فى عمل طبقة الرصف الإيبوكسية.

- تؤخذ عينات (CORES) لاجراء إختبار مقاومة الضغط والمقارنة بنتائج مطرقة شميدت.
- أن تتم نظافة السطح بالطرق الميكانيكية مثل مسدس الرمل أو بالمياه تحت ضغط أو بكشط السطح بالمعدة الخاصة بذلك أو بأى وسيلة أخرى يراها المهندس المسؤول بالموقع مناسبة.

(٣) طُرق الرّصف بالمواد الإيبوكسية (ACI 548 - 5R)

أ- الرّصف متعدد الطبقات

يتكون الرصف بهذه الطريقة من عدة طبقات حسب السماكة النهائية المطلوبة للرصف ويستخدم فى تكوينها مركبى الإيبوكسى (A و B) والركام (بازلت أو رمل أو كوارتز) ويتم الرصف كما يلى:

- يضاف مركبا الإيبوكسى إلى بعضهما بالنسب التى حددتها الشركة المنتجة (بكمية مناسبة تكفى لتغطية السطح المراد رصفه لمرة واحدة) ثم يقلب الخليط جيدا بواسطة قلاب ميكانيكى بطئ السرعة لمدة خمس دقائق ثم يغطى السطح المراد رصفه مباشرة بمتراكب الإيبوكسى ثم يفرش الركام (ذو التدريج المحدد) بكمية أكثر قليلا من الكمية المطلوبة لضمان التصاق جميع حبيبات الركام بمتراكب الإيبوكسى.
- يزال الزائد من الركام بعد جفاف الإيبوكسى وتكرر نفس العملية السابقة حتى الوصول إلى العدد المطلوب من الطبقات (من ثلاث إلى خمس طبقات).

ب- الرصف سابق الخلط

الرصف سابق الخلط عباره عن طبقة واحدة سمكها هى نفس السمك المطلوب تنفيذه، وفى هذه الحالة يجب عمل طبقة رابطة لربط طبقة الرصف بالسطح المراد رصفه، وهذا النوع من

الرصف يتطلب فريق عمل يتمتع بالخبرة والدراية بمثل هذا النوع من الأعمال.

* يستخدم فى تكوين طبقة الرصف سابقة الخلط مركبى الإيبوكسى (A و B) والركام (بازلت أو رمل أو كوارتز) ويتم الرصف كما يلي:

أولا: الطبقة الرابطة

* يطلى السطح الخرسانى بطبقة من دهان بادئ (برايمر) من نوع الإيبوكسى ويتوقف معدل الطلاء على درجة إمتصاص السطح للدهان.
* يرش الركام الجاف متدرج قطر الحبيبات (٠,٢ – ٠,٧مم) فوراً وقبل جفاف طبقة الطلاء.
* تترك طبقة الطلاء لتجف تماما قبل البدء فى عمل طبقة الرصف.

ثانيا: طبقة الرصف

* يضاف مركبا الإيبوكسى فائق المرونة إلى بعضهما بالنسب التى حددتها الشركة المنتجة (بكمية مناسبة تكفى لتغطية السطح المراد رصفه) ثم يقلب الخليط جيدا بواسطة قلاب ميكانيكى بطئ السرعة (٣٠٠ لفة/دقيقة) لمدة خمس دقائق وللحصول على متراكب متجانس يحرك القلاب داخل الإناء إلى أعلى وإلى أسفل وفى الجوانب.
* يصب متراكب الإيبوكسى فى خلاطة أخرى ويضاف إليها المواد المالئة بالنسب المقررة طبقاً لتصميم الخلطة ثم تفرد على السطح المراد رصفه مباشرة حسب السمك المطلوب بواسطة الأدوات الخاصة بذلك ثم يفرش البازلت (ذو التدرج المحدد) بعدها يدمك السطح بإسطوانة من الحديد ذات وزن وقطر مناسبين.

• يحمى السطح المرصوف من الرطوبة والأمطار لمدة ٦ – ٨ ساعات.

جـ- الشروط الواجب توافرها فى الإيبوكسى المستخدم فى الرصف

يجب أن يجتاز متراكب الإيبوكسى كافة الخواص التالية بشهادة معتمدة من جهة محايدة مع مراعاة حدود البنود الواردة المقابلة فى المواصفات القياسية المصرية.

•جهد الترابط

يجب ألا يقل جهد الترابط بعد ١٤ يوماً عن ٧٠ كجم/سم^{٢} (١٠٠٠ رطل على البوصة لمربعة).

• مقاومة الشد

يجب ألا تقل مقاومة الشد عن ١٤ كجم/سم^{٢} (٢٠٠ رطل على البوصة المربعة).

• معامل التمدد الحرارى

يجب أن يكون فى حدود ± ٣,٥ x ١٠$^{-٥}$ بوصة للبوصة لكل درجة فهرنهيت.

• الإستطالة

يجب أل تقل الإستطالة عن ٣٠٪.

• معامل المرونة

يجب أن يكون معامل المرونة فى حدود ٠,٠٤٢– ٠,٠٨٤ x ١٠^{٥} كجم/سم^{٢} (٠,٦ – ١,٢ x ١٠^{٥} رطل على البوصة المربعة).

• الإنكماش عند الجفاف

يجب أن يكون الإنكماش بعد الجفاف فى حدود ٠,٠٢ – ٠,٠٨٪.

د- الشروط الواجب توافرها فى الركام المستخدم فى الرصف بالمواد الإيبوكسية

يجب أن يكون الركام المستخدم في الرصف نظيفاً وجافاً ومتيناً ويقاوم البرى والاحتكاك واللمعان.

هـ- الشروط الواجب توافرها فى الخرسانة الإيبوكسية المستخدمة فى الرصف

يجب أن يجتاز متراكب الإيبوكسى كافة الخواص التالية بشهادة معتمدة من جهة محايدة مع مراعاة حدود البنود الواردة المقابلة فى المواصفات القياسية المصرية.

- فترة التشغيل

يجب أن تكون فترة التشغيل فى حدود ٣٠-٦٠ دقيقة (AASHTO-T237)

- زمن الجفاف

يجب ألا يتعدى زمن الجفاف ٣ ساعات (عند ٢١ °م).

- جهد الترابط

يجب ألا يقل جهد الترابط عن ١٥٠ كجم/سم٢ (١٥٠٠ رطل للبوصة المربعة) (ASTM - C882) .

- مقاومة الانضغاط

يجب ألا تقل مقاومة الانضغاط عن ٣٥٠ كجم/سم٢ (٥٠٠٠ رطل للبوصة المربعة) (ASTM - C579)

- جهد الانحناء

يجب ألا يقل جهد الانحناء عن ١٤٠ كجم/سم٢ (٢٠٠٠ رطل للبوصة المربعة) (ASTM - C580).

- معامل المرونة

يجب أن يكون معامل المرونة في حدود ٠,٩ – ١,٥ x ١٠ ٥ رطل للبوصة المربعة (ASTM - C579).

١-٦-٤- تجهيز أدوات التنفيذ

١-٦-٤-١ أدوات التقليب والخلط

قبل البدء فى تنفيذ العمل يجب تجهيز كافة أدوات التنفيذ من أوعية وأدوات خلط مثل سكاكين المعجون المختلفة والمقلبات اليدوية، فى حالة تحضير الكميات الصغيرة، والمقلبات الميكانيكية مثل الشنيور، لتقليب الكميات الكبيرة واستبعاد التالف منها.

١-٦-٤-٢ أدوات الدهان ومعدات فرد المونة الإيبوكسية وتنظيفها

(١) تجهز الفرش أو الرولات او المسّاحات اللازمة بالعدد المطلوب لانجاز العمل فى الوقت المناسب.

(٢) فى حالة مونة إيبوكسية لمسطحات كبيرة تجهز الأدوات الآتية

- شنيور بطئ الدوران ٣٠٠ لفة/دقيقة مجهز بعمود تقليب خاص يعمل داخل وعاء الخلط لخلط المواد المالئة مع متراكب الإيبوكسى.
- عدد مناسب من المسّاحات لفرد طبقة المونة على السطح.
- اسطوانة ذات قطر ووزن مناسبين لدمك طبقة المونة الإيبوكسية.

(٣) يجب تنظيف الأدوات التى استخدمت فى التنفيذ بعد انتهاء العمل مباشرة باستعمال المذيبات المناسبة التى تحددها الشركة الموردة لمتراكب الإيبوكسى.

١-٦-٥ تجهيز وتشغيل متراكبات الإيبوكسى بالموقع وقواعد الأمان

١-٦-٥-١ يتبع البند ١-٦-٥-٤ فى تجهيز متراكب الإيبوكسى.

١-٦-٥-٢ يتم تشغيل متراكب الإيبوكسى عند درجة حرارة ١٦ - ٣٨°م ما لم ينص على غير ذلك من الشركة المنتجة .

١-٦-٥-٣ يجب مراعاة ما يلى أثناء تجهيز متراكبات الإيبوكسى:

- لا يسمح بالتدخين أو تناول الطعام أثناء العمل.

* استعمال القفازات والنظارات الواقية أثناء العمل.
* استعمال الملابس الواقية ذات الأكمام الطويلة.
* غسل الجلد مباشرة بالماء والصابون فى حالة تلوثه.
* فى حالة تلوث العين، تغسل مباشرة بالماء ويستشار الطبيب.

١-٦-٥-٤ يخزن باقى متراكبات الإيبوكسى (كل مركب على حدة) فى مكان نظيف عند درجة حرارة ٥ - ٣٨ ْم ما لم تنص الشركة المنتجة على غير ذلك.

١-٦-٦ معدلات الاستخدام

١-٦-٦-١ معدلات لحام الخرسانة الجديدة بالخرسانة القديمة

يتوقف معدل استخدام لحام الخرسانة الجديدة بالخرسانة القديمة على درجة امتصاص السطح وكذلك على لزوجة متراكب الإيبوكسى ويتراوح المعدل عادة بين ٠,٣ - ٠,٥ كجم/م^{٢} .

١-٦-٦-٢ معدلات أعمال ترميم الخرسانة بالمونة الإيبوكسية

(١) معدل استخدام الدهان البادئ قبل فرش المونة ٠,٥ كجم/م^{٢} .

(٢) معدل استخدام دهان الطبقة الثانية ٠,٢٥ - ٠,٤٠ كجم/م^{٢} .

(٣) معدل استخدام المونة الإيبوكسية لعمل طبقة سمكها ٥ مم هو ١,٥ كجم/م^{٢}.

١-٦-٦-٣ معدلات أعمال الرصف على الأسطح المعدنية والخرسانية

(١) معدلات الرصف متعدد الطبقات

عدد الطبقات	كمية الإيبوكسى (لتر)	كمية الركام (كجم/م٢)	تدرج الركام (مم)
طبقة واحدة	٠,٧٠ – ١,٠٠	٤,٤٠ – ٥,٤٠	١,٠٠ – ٣,٢٥
طبقتان الى أربع طبقات	٠,٥٠ – ٠,٧٠	٦,٤٠ – ٧,٨٠	١,٠٠ – ٣,٢٥

(٢) معدلات الرصف سابق الخلط

أ- معدلات الرصف على السطح الخرسانى

* الطبقة الرابطة:

١- معدل استخدام الدهان البادئ (البرايمر) ٠,٣٠ – ٠,٤٠ كجم/م٢

٢- ثم يرش ركام تدرج قطره ٠,٢٠ – ٠,٧٠ مم بمعدل ١,٠٠ كجم/م٢ .

* الطبقة سابقة الخلط:

١- معدل استخدام المونة ١,٢ كجم/م٢ لكل ١,٠ مم سماكة ونسبة متراكب الإيبوكسى المرن إلى البازلت ١:١ بالوزن وقطر حبيبات البازلت المستعمل فى المونة ١,٠- ٢,٠ مم.

٢- ترش المونة الإيبوكسية قبل تصلدها بكسر بازلت جاف بالمعدلات التالية:

- ٤,٠ كجم/م٢ وقطر الحبيبات ١,٠ – ٢,٠ مم فى حالة أسماك الرصف حتى ٣,٠ مم.

– ٥,٠ كجم/م^{٢} وقطر الحبيبات ٤,٠ – ٦,٠ مم في حالة أسماك الرصف أكبر من ٣,٠ مم ثم تغطى بطبقة أخرى من البازلت قطر حبيباتها ٢,٠ – ٣,٠ مم بمعدل ٢,٠ كجم/م^{٢}.

ب– معدلات الرصف على السطح المعدني

يطلى السطح المعدني أولا بطبقتين من دهان برايمر إيبوكسي مانع للصدأ بمعدل ٠,٢٥ كجم/م^{٢} ثم يرش كوارتز قطره ٠,٢٠ – ٠,٥٠ مم بمعدل ٠,٢٠ كجم/م^{٢} ثم ترصف المونة الإيبوكسية المرنة ذاتية السيولة كما يلي:

أولاً: الرصف ذو السمك ٢ – ٣ مم

يخلط جزء واحد بالوزن من متراكب الإيبوكسي المرن مع جزء واحد من حبيبات الكوارتز ذات القطر المتدرج ٠,٧ – ١,٢ مم ثم تصب بمعدل استهلاك ١,٥ كجم/م^{٢} ثم يرش رمل جاف تدرج قطر حبيباته ٠,٧ – ١,٢ مم بمعدل استهلاك ٢,٥ كجم/م^{٢}.

ثانياً: الرصف ذو السمك ٣ – ٦ مم

يخلط جزء واحد بالوزن من متراكب الإيبوكسي المرن مع نصف جزء من حبيبات الكوارتز ذات القطر المتدرج ٠,٣ – ٠,٨ مم ونصف جزء من حبيبات سن البازلت الجاف ذات قطر ١ – ٢ مم ثم تصب المونة بمعدل استهلاك ٢ – ٣ كجم/م^{٢} ثم يرش سن بازلت جاف تدرج قطر حبيباته ٢ – ٣ مم بمعدل استهلاك ٢ كجم/م^{٢} وسن بازلت قطر حبيباته ١ – ٢ مم بمعدل استهلاك ١ كجم/ م^{٢}.

ثالثاً: الرصف ذو السمك ٨ – ١٠ مم

يخلط جزء واحد بالوزن من متراكب الإيبوكسي المرن مع نصف جزء من حبيبات الكوارتز ذات القطر المتدرج ٠,٣ – ٠,٨ مم وجزء من حبيبات كسر البازلت

الجاف ذات قطر ٣ – ٣ مم ثم تصب المونة بمعدل استهلاك ٣ كجم/م٢ ثم يرش سن بازلت جاف تدرج قطر حبيباته ٤ – ٦ مم بمعدل استهلاك ١ كجم/م٢ وسن بازلت قطر حبيباته ٢ – ٣ مم بمعدل استهلاك ٢ كجم/م٢.

١-٦-٧ التفتيش وضبط الجودة (ACI 503-4/79)

١-٦-٧-١ نقل المواد الإيبوكسية إلى الموقع

يجب معاينة عبوات المواد الإيبوكسية عند توريدها والتأكد من نقلها إلى الموقع بطريقة آمنة للحفاظ عليها من التلف أو الكسر أثناء عملية النقل وبقاء أغطية العبوات فى حالة سليمة لحين التشغيل.

١-٦-٧-٢ بطاقة البيانات

يجب التأكد من أن تكون العبوات محكمة الغلق وملصق عليها بطاقة البيانات مبيناً عليها ما يلى :

- الاسم التجاري للشركة المنتجة.
- العلامة التجارية للشركة المنتجة.
- الاسم التجارى للمنتج.

١-٦-٧-٣ الاختبارات المعملية

يجب أن تجتاز المواد الإيبوكسية كافة الخواص التالية بنجاح تام وبشهادة معتمدة من جهة محايدة مع مراعاة حدود البنود الواردة فى المواصفات القياسية.

(١) المواد الإيبوكسية

- إختبار اللزوجة.
- إختبار فترة التشغيل.

(٢) المواد المالئة

- إختبار التحليل المنخلى.
- إختبار نسبة الرطوبة (لا تتعدى ٥٪).

١-٦-٧-٤ **إختبار محتوى الرطوبة للسطح المرصوف**

يجب التأكد من عدم تكون رطوبة على السطح قبل تمام شك الخرسانة الإيبوكسية وفى حالة تكونها يجب الانتظار حتى تمام جفاف السطح قبل بدء العمل.

١-٧ اضافات الخرسانه والالياف:

١-٧-١ تعريف الاضافات:

الاضافات هي مواد تضاف للخرسانة بكميات صغيرة جدا وتضاف الى ماء الخلط او العجينة مباشرة قبل او بعد خلط الخرسانه وذلك بغرض تحسين خواص الخرسانة الحديثة او المتصلدة أو اكسابها خواص جديدة.

١-٧-٢ الغرض من استخدام الاضافات فى خرسانة الطرق:

يسمح باستعمال الاضافات المناسبة المطابقة للمواصفات القياسية فى الخلطات الخرسانية وذلك إذا ورد نص صريح بذلك فى مستندات المشروع او طبقا لتعليمات الجهة المشرفة وذلك لاحد الاغراض التالية:

أ- **الخرسانة الطازجة:**

- تحسين قابلية التشغيل
- إبطاء زمنى الشك والتصلد فى ظروف خاصة أو فى الأجواء الحاره
- إسراع زمنى الشك والتصلد فى ظروف خاصة او فى الاجواء البارده
- تقليل الحرارة المتولدة عن الإماهه Hydration

(٢) المواد المالئة

- إختبار التحليل المنخلى.
- إختبار نسبة الرطوبة (لا تتعدى ٥٪).

١-٦-٧-٤ إختبار محتوى الرطوبة للسطح المرصوف

يجب التأكد من عدم تكون رطوبة على السطح قبل تمام شك الخرسانة الإيبوكسية وفى حالة تكونها يجب الانتظار حتى تمام جفاف السطح قبل بدء العمل.

١-٧ اضافات الخرسانه والالياف:

١-٧-١ تعريف الاضافات:

الاضافات هي مواد تضاف للخرسانة بكميات صغيرة جدا وتضاف الى ماء الخلط او العجينة مباشرة قبل او بعد خلط الخرسانه وذلك بغرض تحسين خواص الخرسانة الحديثة او المتصلدة أو اكسابها خواص جديدة.

١-٧-٢ الغرض من استخدام الاضافات فى خرسانة الطرق:

يسمح باستعمال الاضافات المناسبة المطابقة للمواصفات القياسية فى الخلطات الخرسانية وذلك إذا ورد نص صريح بذلك فى مستندات المشروع او طبقا لتعليمات الجهة المشرفة وذلك لاحد الاغراض التالية:

أ- الخرسانة الطازجة:

- تحسين قابلية التشغيل
- إبطاء زمنى الشك والتصلد فى ظروف خاصة أو فى الأجواء الحاره
- إسراع زمنى الشك والتصلد فى ظروف خاصة او فى الاجواء البارده
- تقليل الحرارة المتولدة عن الإماهه Hydration

- تقليل ظاهرة الإنكماش فى الخرسانة وتقليل فرصة حدوث الشروخ الانكماشيه
- تقليل ظاهرتى الانفصال الحبيبى والنضح

ب - الخرسانه المتصلدة:

- زيادة مقاومة الخرسانة
- تحسين القدرة على تحسين كثافة الخرسانة وتقليل النفاذية
- تحسين مقاومة التآكل والتحمل مع الزمن
- الحصول على مقاومة مبكرة عالية للخرسانه

١-٧-٣ شروط إستخدمات الأضافات:

- يجب أن تفى الأضافات إشتراطات المواصفات القياسية المصرية ، أما الإضافات التى ليس لها مواصفات قياسية فتستخدم على أساس المعلومات السابقة والخبرة أو نتائج التجارب.
- يجب ألا تؤثر الإضافات تأثيرا ضارا على الخرسانه أو صلب التسليح.
- يجب ألا يتعدى محتوى الكلوريد الأيونى بالأضافات عن ٢٪ بالوزن من الأضافات أو ٣٪ بالوزن من الأسمنت فى حالة الخرسانة المسلحة.
- يجب التأكد من مدى ملائمة وفاعلية الأضافات بواسطة خلطات تجريبية.
- إذا أستخدم نوعان أو أكثر من الأضافات على التتابع فى نفس الخلطة الخرسانية فيلزم أن تتوافر المعلومات الكافية لبيان مدى تداخلهما والتأكد من توافقهما.
- يحظر إضافة كلوريد الكالسيوم أوالأضافات التى أساسها من الكلوريدات بتاتا الى الخرسانة المسلحة لشدة تأثيرها الضار على حديد التسليح وبالتالى على الخرسانة المسلحة بصفة عامة.
- يلزم قبول أى دفعة من الأضافة أن يكون لها نفس التكوين للإضافة المختبرة أو المقبولة وذلك بإجراء إختبارات التجانس التي تنص عليها

المواصفات القياسية المصرية والتى تفى بالمتطلبات المذكورة فى المواصفات.

- يجب ألا يزيد محتوى الهواء فى الخلطة الخرسانية ذات الأضافات عن ٢٪ من محتوى الهواء فى الخلطة الخرسانية المثالية (خلطة التحكم) وحيث ألا يزيد محتوى الهواء الكلى لأى حالة من الأضافات عن ٣٪ .
- ألا تزيد تكاليف الخرسانة كثيرا وأن تتناسب الزيادة فى التكاليف مع الفائدة المطلوبه من أستخدام الأضافات.

١-٧-٤ أنواع الأضافات:

يمكن تقسيم الأضافات حسب الغرض من إستخدامها إلى الأنواع الأتيه:

- إضافات مخفضة للماء
- إضافات مؤخرة للتصلب
- إضافات معجلة للتصلب
- إضافات مخفضة للماء ومؤخرة للتصلب
- إضافات مخفضة للماء ومعجلة للتصلب
- إضافات عالية تخفيض الماء
- إضافات عالية تخفيض الماء مؤخرة للتصلب

١-٧-٥ متطلبات القبول:

- يجب تمييز الأوعية المحتوية على الأضافات بأن يكتب أسم الأضافة وأسم الشركة المنتجة على العبوات الواردة إلى موقع العملية وكذلك الصنف والأسم التجارى ، ومدة وأسلوب التخزين والغرض الذى تستخدم من أجله هذه الأضافات، بالأضافة إلى ذكر حدود الجرعة المسموح بإستخدامها نسبة إلى وزن الأسمنت ، كما أنه يلزم أن يرسل كتابة إلى الموقع مع الشحنات الكبيرة ملف بهذه المعلومات.
- يجب أن تفى الأضافات بمتطلبات التجانس والأدائية بالمواصفات و المتطلبات الخاصة بالجودة ومطابقة الشحنات الموردة إلى الموقع

لبعضها البعض ، وأن يكون لها نفس التكوين للأضافات المختبرة والتى سبق قبولها.

- غير مسموح بقبول الأضافات التى مضى عليها ستة شهور أو أكثر بدون إستخدام بعد إجراء الأختبارات الأولية ، ويجب فى هذه الحالة إعادة الأختبار حتى يمكن التأكد من مطابقة الأضافات للمواصفات.
- أن يصاحب الأضافات شهادة نتائج إختبار الخواص المنصوص عليها بالمواصفات والجهة التى أجرت الأختبار وعلى المقاول تقديم هذه الشهادة للجهة المشرفة على ذلك لأى نوع من أنواع الأضافات التى سيجرى أستعمالها للحصول على موافقة الجهة المشرفة.

- البيانات الخاصة بشهادة الأختبار :
  - نتائج أختبارات التجانس والأدائية للأضافة
  - مصادر الأسمنت والركام المستخدم فى إختبار الأضافه
  - أسم ومكان المعمل الذى أجرى الأختبارات
  - الجرعة المختبرة
  - أسم ونوع الأضافة
  - أسم الصانع أو المورد

١-٧-٦ العوامل المتحكمة في اختيار الأضافات:

يعتمد إختيار الأنواع المناسبة من الأضافات لطريق معين على العوامل الأتية:

- خواص الخرسانة الطازجة المطلوبة
- خواص الخرسانة الصلدة المطلوبة
- درجة حرارة الجو أثناء التنفيذ
- نوعية الركام المستعمل ونسبة الأسمنت إلى الركام
- العوامل الطبيعية المحيطة بالطريق
- الظروف ومعدات التشغيل المتوفرة بالموقع
- مكان خلط الخرسانة وبعده عن مكان الصب

١-٧-٧ تخزين الأضافات:

يجب أن يتم التخزين بالطريقة التي تسمح بسهولة المناولة على الطبيعة (وتميز كل شحنة) وفي مكان مناسب ومغلق حتى تتوفر الحماية من عوامل الرطوبة أو التجمد إن وجدت.

١-٧-٨ ضبط الجودة

١-٧-٨-١ الفحص وأخذ العينات

- يجب أن تتوفر السهولة في الحصول على العينات وفحصها طبقا للمواصفات القياسية المنتجة طبقا لها ، سواء كانت في مكان التصنيع أو في موقع العمل طبقا لشروط الجهة صاحبة المشروع.
- تكون العينة المأخوذة للتجارب إما عينة موحدة أوعينة مخلوطة أي مكونة من عدة عينات موجودة في مواقع مختلفة حيث يمكن ضمان أن هذه العينات تمثل الشحنة.
- تؤخذ العينات بغرض إجراء تجارب الجودة للقبول أو تجارب إنتظام وتجانس الشحنات الموردة للموقع بعضها ببعض. والعينة التي تؤخذ بغرض تقييم الجودة يجب أن تمثل المصدر أو شحنة الأضافات التي ترد الى الموقع على أن تفي بحدود المواصفات الواردة في هذا الباب.

١-٧-٨-٢ طريقة أخذ العينات:

- يجب أن تقلب الكمية جيدا قبل أخذ العينات مباشرة كما يجب أن تمثل العينات الموحدة المأخوذة الشحنة الواردة إلى الموقع على أن يكون حجم كل عينة هو نصف لتر ، ثم تعمل بعد ذلك العينات المركبة من كل ثلاث عينات موحدة على الأقل عينة واحدة مركبة ويتم الحصول على أربعة عينات مركبة تمزج مزجا جيدا مع بعضها حتى يتم الحصول على عينة نهائية قدرها ٤ لتر على الأقل لإجراء تجارب

الجودة عليها وتجرى تجربة المتبقى بعد التجفيف لأختبار إنتظـــــام وتجانس الشحنات الموردة إلى الموقع.

١-٧-٨-٣ إختبارات ضبط الجودة

الخلطات التجريبية:

على الجهة المشرفة وقبل إصدار موافقتها على إستعمال أى إضافات أن تطلب من المقاول إجراء إختبارات الخلط التجريبى فى أحد المعامل المعتمدة ، حيث يتم عمل خلطة تجريبية تحتوى على الجرعة التى ينص عليها مورد الأضافة ومقارنتها بخلطة خرسانية أخرى لا تحتوى على الأضافه ولها نفس مكونات خلطة الأضافه وبنفس التشغيلية (خلطة التحكم)، ومن ثم تحديد تأثيرات هذه الأضافة على الخرسانة من حيث الخواص التى سيلى ذكرها فيما بعد.

الأختبارات المطلوبة:

أختبارات القبول:

يتم إجراء إختبارات القبول طبقا للمواصفات القياسية المصرية وتشمل إختبارات التجانس وإختبارات الأدائية ويتم إجراؤها لبيان تأثير المواد الأضافية على الخواص التالية:

أختبارات التجانس

- محتوى المادة الصلبة.
- محتوى الرماد.
- الكثافة النسبية.
- تركيز أيون الهيدروجين.
- نسبة أيون الكلوريد.
- التحليل الكيميائى بالأشعة فوق الحمراء.

أختبارات الأدائية:

- كمية الماء
- محتوى الهواء
- زمن الشك
- مقاومة الضغط

- مقاومة الأنحناء

<u>الأختبارات الدورية:</u>

تعتبر الأختبارات الدورية غير ضرورية فى الحالات الأعتيادية ويمكن إجراؤها(وتشمل إختبارات الأدائية) حسب طلب الجهة المشرفة للتأكد من صلاحيتها بسبب عمرها أو تخزينها بطريقة غير صحيحة ، وتجرى فقط على الأضافات التى سبق عمل إختبارات القبول لها.

١-٧-٨-٤ <u>حدود الخواص المطلوبة:</u>

حدود الخواص المطلوبة كما هى موضحة بالجداول (١-٧-١) ، (١-٧-٢).

١-٧-٨-٥ <u>شروط القبول والرفض:</u>

إذا كانت نتائج جميع الأختبارات مطابقة للمواصفات القياسية المنتجة طبقا لها، فيجرى إستخدام الأضافات وفقا لتوجيهات الجهة المشرفة - واذا كان خلاف ذلك فيرفض إستخدامها.

١-٧-٨-٦ <u>المواصفات القياسية:</u>

- م٠ق٠م ١٨٩٩ - ١٩٩٠.

جدول رقم (١-٧-١) متطلبات التجانس للأضافات

الخاصية	الاختبارات	المتطلبات
محتوى المادة الصلبة	٥/١/١	لا تزيد على ٥٪ بالوزن من القيمة التى ينص عليها المنتج لكل من الأضافات السائلة والصلبة
محتوى الرماد	٥/١/٢	لا يزيد على ١٪ بالوزن من القيمة المحددة من المنتج
الكثافة النسبية	٥/١/٣	للاضافات السائلة لا تزيد على ٣٪ من القيمة المحدده من المنتج
الرقم الهيدروجينى	٥/١/٤	يقارن بالرقم المحدد من المنتج
محتوى أيون الكلوريد	٥/١/٥	بحدود ٥٪ من القيمة المحددة بواسطة المنتج أو ٠.٢ من وزن الأضافة أيهما أكبر
الأشعة تحت الحمراء	٥/١/٦	تكون مطابقة لبيانات المنتج

جدول رقم (١-٧-٢) متطلبات الأدائية لخرسانة الأضافات

الخاصية	نوع الإضافة				
	مخفضة للماء	مؤخرة للشك	معجلة للشك	مخفضة للماء ومؤخرة للشك	مخفضة للماء ومعجلة للشك
أ- الخرسانة الطازجة					
الحد الأقصى لمحتوى الماء كنسبة مئوية من خلطة التحكم	٩٥	–	–	٩٥	٩٥
محتوى الهواء	لا يزيد فى الخلطة الخرسانية بالأضافات بأكثر من ٢٪ من الخلطة الخرسانية بدون إضافات (خلطة التحكم) ولا يزيد المحتوى الكلى للهواء لأى حالة منها عن ٣٪.				
أزمنة التصلد عند مقاومة الغتراق ٠,٥ نيوتن/مم٢	خلال ساعة من زمن خلطة التحكم	–	–	ساعة أكثر من زمن خلطة التحكم كحد أدنى	أكثر من ساعة
٣,٥ نيوتن/مم٢	خلال ساعة من زمن خلطة التحكم	–	–	–	ساعة أقل من زمن خلطة التحكم كحد أدنى
ب - الخرسانة المتصلدة					
الحد الأدنى لمقاومة الضغط كنسبة مئوية من خلطة التحكم عند عمر					
١ يوم	–	–	١٢٥	–	١٢٥
٣ يوم	١١٠	٩٠	١٢٥	١١٠	١٢٥
٧ يوم	١١٠	٩٠	١٠٠	١١٠	١١٠
٢٨ يوم	١١٠	٩٠	١٠٠	١١٠	١١٠
٦ شهور	١٠٠	٩٠	٩٠	١٠٠	١٠٠
الحد الأدنى لمقاومة الإنحناء كنسبة مئوية من خلطة التحكم عند عمر					
٣ يوم	١٠٠	٩٠	١١٠	١٠٠	١١٠
٧ يوم	١٠٠	٩٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
٢٨ يوم	١٠٠	٩٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

١-٧-٩ الألياف: Fibers

عــلم:

تستخدم الألياف لتسليح خرسانة الطرق للحصــول علــى قطــاع خرساني متجانس فى جميع الأتجاهات ، أى يتحمل الأجهادات المختلفـة بنفس الكفاءة فى جميع الأتجاهات ، ممـا لا يتـأتى عـادة فـى الخرسـانة المسلحة بحديد التسليح العـادى ، وتضــاف الأليــاف بنسـبة صغـيرة ومتغيرة تبعا لنوع الألياف منسوبه للحجم الكلى للخرسانة.

١-٧-٩-١ أنواع الالياف المستخدمة في الطرق:

تستخدم الألياف من الصلب أو البلاستيك أو الزجاج مع خرســانات الطـرق ويوضح الجدول رقم (١-٧-٣) أهم خصــائص هذه الأليـاف ، ويمكن تقسيم الألياف إلى مجموعتين من حيث معايير المرونة كما يلى:

أ- الياف عالية المرونة **High Modulus of Elesticity**

مثل أليـاف الصلـب وأليـاف الزجـاج وأليـاف الأسبسـتوس وتعتـبر ألياف الصلب هى الأكثر أستخداما فى أعمال خرسانة الطرق.

ب-ألياف منخفضة المرونة **Low Modulus of Elasticity**

مثل ألياف النايلون والبولى بروبيلين والبولى إثيلين والبوليستر

جدول رقم (١-٧-٣) الخواص الطبيعية لبعض الأنواع المختلفه من الألياف

نوع الألياف	قوى الشد Ksi* (٦٩ Mpa)	معاير المرونة x١٠ ٣Ksi (١٠X٦٩ Mpa)	النسبة المئوية للأستطالة	الكثافة النوعية	النسب المفضل استخدامها من حجم الخرسانة
نايلون اكريليك	٢٠-٦٠	٠,٣	٢٥-٤٥	١,١	-
زجاج	١٥٠-٥٥٠	١٠,٠٠	١,٥- ٣,٥	٢,٥	٠,٥٪-١٪
Naylon	١١٠-١٢٠	٠,٦	١٦-٢٠	١,١	-
بوليستر	١٠٥-١٢٥	١,٢	١١-١٣	١,٤	-
بولى اثيلين	-١٠٠	٠,٠٢-٠,٠٦	١٠	٠,٩٥	-
بولى بروبيلين	٨٠-١١٠	٠,٥	٢٥	٠,٩	٠,٢٥٪-٠,٥٪
Rayon	٦٠-٩٠٠	١,٠٠	١٠-٢٥	١,٥	-
صلب	٤٠-٤٠٠	٢٩,٠٠	٠,٥-٣	٧,٨	١٪-٢٪

أمثله لبعض الألياف المستخدمه فى خرسانة الطرق:

(١) ألياف الصلب: **Steel Fibers**

- ألياف مصنعة من السلك الصلب وهى تصنع بواسطة تقطيع أسلاك الصلب المستديرة القطاع ، ولزيادة التماسك بين هذا النوع من الألياف والخرسانة تشكل الألياف فى القطاع الطولى بعدة أشكال مختلفة متعرجة أو مسننة ، وتنتج هذه الألياف من الحديد الصلب أو المطاوع وتبلغ مقاومة الشد لهذا النوع من الألياف من ٨٠٠-١٠٠٠ نيوتن /مم^{٢} .
- ألياف مصنعة بطريقة القص وتبلغ مقاومة الشد لهذه الألياف من ٥٠٠-١٠٠٠ نيوتن/مم^{٢}.

- ألياف الصلب المصهورة ، وتنتج بطريقة القوة الطاردة المركزية على شكل نصف هلال وتتوقف مقاومة الشد على نوع الحديد المستعمل.
- الياف الهاريكس:

تنتج هذه الألياف بأطوال مختلفة وذى مقطع على هيئة مثلث ذى ضلعين بسطح خشن والضلع الثالث بسطح ناعم ، وتبلغ مقاومة الشد لهذه الألياف ٧٠٠ نيوتن/مم^{٢} ومن صفات هذه الألياف إمكان خلطها مع مكونات الخرسانة بسهولة باستعمال الخلاطات الخرسانية العادية ، كما أنها تصنع بطريقة خاصة تضمن عدم صدأ الألياف بدون دهان سطحها بمواد كيماوية • وكذلك فإن سطح القطاع العرضى كبير بحيث يساعد على قوة التماسك بين الخرسانة والياف الهاريكس وينتج عن هذا زيادة مقاومة الخرسانة للأجهادات خاصة الأجهادات الميكانيكية وإجهادات الصدم.

(٢) **البولى بروبيلين** : Polypropyline Fibers

تنتج ألياف البولى بروبيلين بسحب أو شد SyntheticPolymer محوريا فى الأتجاه الرأسى ليصبح ذو مقطع دائرى Mono Filament (شعيره أحادية المقطع) أو Thin Sheets (ألواح رقيقه).

(٣) **الألياف الزجاجية:**

تستخدم الألياف ذات المقاومة العالية للقلويات

١-٧-٩-٢ أثر استخدام الألياف فى الخلطات الخرسانية لأعمال الطرق:

- تقليل وجود وتأخير ظهور الشروخ تحت تأثير الأحمال الزائدة المعرضة لها الطرق•
- زيادة لدونة الخرسانة وتقليل الشروخ الناتجة من الأنكماش
- تقليل عروض الشروخ الناتجة من الأحمال الزائدة
- زيادة المقاومة للأحتكاك والصدم
- زيادة العمر الأفتراضى للطريق.

١-٧-٩-٣ خلط الخرسانة ذات الألياف المصنوعة من الصلب

من الضرورى لصب الخلطات الخرسانية ذات الألياف مراعاة أهمية التوزيع المنتظم أثناء الخلط ومن المستحسن أن يتم إضافة الألياف قبل إضافة ماء الخلط وفى الخلطات ذات الحجم الصغير وجد أن توزيع الألياف بإنتظام من خلال شبك سلك (Wire mesh basket) يضمن توزيع منتظم خلال عملية الخلط ، وأما في الخلطات ذات الكميات الكبيرة أو الخلطات الجاهزة فهناك عدة طرق للخلط.

- تضاف الألياف عن طريق السير الرئيسى الذى يحمل الركام والأسمنت للخلاطه.
- تضاف الألياف إلى الركام قبل تحميل الخلاطة.
- يخلط الركام الناعم والركام الكبير فى الخلاطة ثم تضاف الألياف وبعد ذلك يضاف الأسمنت والماء بالتتابع.
- تضاف الألياف إلى الخلاطة بعد إضافة الركام الصغير والكبير وجزء من ماء الخلط ثم يضاف الأسمنت وبقية الماء.
- أضافة الألياف فى المرحلة النهائية للخلط بعد إضافة الركام والأسمنت.

١-٧-٩-٤ خلط الخرسانة ذات الألياف الزجاجية أو الياف البولى بروبيلين:

- فى الخلطات الخرسانية الصغيرة تضاف الألياف مباشرة إلى الخلاطة بعد إضافة الركام والأسمنت والماء.
- لخلط الكميات الكبيرة فى الخلاطات المركزيه تضاف الألياف أيضا فى المرحلة النهائية للخلط بعد إضافة باقى مكونات الخرسانة.

١-٧-٩-٥ الصب Placing

لصب الخرسانة المحتوية على الألياف يلزم هزاز ذو كفاءة عالية لنقل الخلطة ووضعها فى الشدات، وقد يستخدم أيضا هزاز داخلى.

١-٧-٩-٦ شروط استخدام الألياف في أعمال خرسانات الطرق

- يجب أن يكون أبعاد قطاع الألياف مصمم بطريقة خاصة تضمن سهولة توزيع الألياف فى الخلطات الخرسانية بدون أستعمال طريقة او معدات خلط خاصة ، وأن تكون النسبة بين طول الألياف مقسوما على القطر (Aspect raio).
- يجب أن يكون سطح الألياف نظيف وبمساحة كبيرة تضمن التماسك التام بين الألياف والخرسانة.
- يجب أن تكون الألياف ذات مقاومة عالية للشد.
- يجب أن تكون ألياف الصلب غير قابلة للصدأ.
- يراعي ألا تكون تكلفة الألياف عالية بحيث تؤثر على التكلفة النهائية للخرسانة.

١-٧-٩-٧ تخزين الألياف

يجب مراعاة الدقة عند الحاجة لتخزين الألياف ، وأن تخزن فى مكان نظيف جاف بعيدا عن الرطوبة أو أى مواد غريبة.

و يوضح الجدول رقم (١-٧-٤) بعض الخلطات الاسترشاديه لمونه خرسانه عاديه مضافا اليها بعض الأنواع من الألياف الشائعة الاستخدام فى خرسانة الطرق.

جدول رقم (١-٧-٤) خلطات إسترشادية لمونه وخرسانة عادية ذات ألياف

المكونات	مونة	خرسانة	
		ذات ركام ذو مقاس اعتبارى ٣/٨"	ذات ركام ذو مقاس اعتبارى ٠,٧٥"
أسمنت كجم/م٣	٧٠٠-٤٠٠	٦٠٠-٣٥٥	٥٠٠-٣٠٠
م/س (نسبة الماء الى الأسمنت) Water / Cement ratio	٠,٤٥-٠,٣	٠,٤٥-٠,٣٥	٠,٥٠-٠,٤٠
نسبة الركام الصغير الى الركام الكبير	٪١٠٠	٪٦٠-٪٤٥	٪٥٥-٪٤٥
Deformed Steel Fiber (ألياف صلب مشكله)	٪١-٪٠,٥	٪٩-٠,٤	٪٠,٨-٪٠,٣
Smooth Steel Fiber (ألياف صلب ملساء)	٪٢-٪١,٠	٪١,٨-٪٠,٩	٪١,٦-٪٠,٨
الألياف الزجاجية	٪١,٠-٪٠,٥	٪١,٢-٪٠,٣	٪١,٦-٪٠,٨
ألياف البولى بروبيلين	٪٠,٥-٪٠,٢٥	٪٠,٥٠-٪٠,٢٥	٪٠,٥٠-٪٠,٢٥

ولقد وجد أن إضافة (إضافات تخفيض الماء) تحسن من قابلية تشغيل الخلطة مع أستعمال نسبة منخفضة من نسبة الماء الى الاسمنت (water/cement ratio) ومن الأهمية إجراء خلطة تجريبية كاملة قبل بداية العمل للتأكد من درجة قابلية تشغيل الخلطة وكذلك سهولة النقل والصب.

١-٨ اضافات الاسفلت "Asphalt Additives (Modifiers)"

توجد عدة اضافات يمكن خلطها مع الاسفلت او مع الخلطات الاسفلتية لتحسين بعض الخصائص مثل :

١- عوامل محسنة لخاصية مقاومة التخدد (Anti-Rutting Agents)

٢- عوامل محسنة لخاصية مقاومة الشروخ (Anti-Cracking Agents)

٣- عوامل محسنة لكفاءة التصاق الاسفلت بالمواد Anti-Stripping (Agents)

٤- عوامل مقاومة للاكسدة Anti-Oxidants

جدول رقم (١-٧-٤) خلطات إسترشادية لمونه وخرسانة عادية ذات ألياف

المكونات	مونة	خرسانة	
		ذات ركام ذو مقاس اعتبارى ٣/٨"	ذات ركام ذو مقاس اعتبارى ٠,٧٥"
أسمنت كجم/م٣	٧٠٠-٤٠٠	٦٠٠-٣٥٥	٥٠٠-٣٠٠
م/س (نسبة الماء الى الأسمنت) Water / Cement ratio	٠,٤٥-٠,٣	٠,٤٥-٠,٣٥	٠,٥٠-٠,٤٠
نسبة الركام الصغير الى الركام الكبير	١٠٠٪	٦٠٪-٤٥٪	٥٥٪-٤٥٪
Deformed Steel Fiber (ألياف صلب مشكله)	١٪-٠,٥٪	٩٪-٠,٤	٠,٨٪-٠,٣٪
Smooth Steel Fiber (ألياف صلب ملساء)	٢٪-١,٠٪	١,٨٪-٠,٩٪	١,٦٪-٠,٨٪
الألياف الزجاجية	١,٠٪-٠,٥٪	١,٢٪-٠,٣٪	١,٦٪-٠,٨٪
ألياف البولى بروبيلين	٠,٥٪-٠,٢٥٪	٠,٥٠٪-٠,٢٥٪	٠,٥٠٪-٠,٢٥٪

ولقد وجد أن إضافة (إضافات تخفيض الماء) تحسن من قابلية تشغيل الخلطة مع أستعمال نسبة منخفضة من نسبة الماء الى الاسمنت (water/cement ratio) ومن الأهمية إجراء خلطة تجريبية كاملة قبل بداية العمل للتأكد من درجة قابلية تشغيل الخلطة وكذلك سهولة النقل والصب.

١-٨ اضافات الاسفلت "Asphalt Additives (Modifiers)"

توجد عدة اضافات يمكن خلطها مع الاسفلت او مع الخلطات الاسفلتية لتحسين بعض الخصائص مثل :

١- عوامل محسنة لخاصية مقاومة التخدد (Anti-Rutting Agents)

٢- عوامل محسنة لخاصية مقاومة الشروخ (Anti-Cracking Agents)

٣- عوامل محسنة لكفاءة التصاق الاسفلت بالمواد Anti-Stripping (Agents)

٤- عوامل مقاومة للاكسدة Anti-Oxidants

١-٩ البويات ومـواد تخطيط الطرق

١-٩-١ إعتبارات عامة

١-٩-١-١ يختص هذا الجزء بمواد تخطيط الطرق بأنواعها من بويات ومواد متلينة بالحرارة بألوانها واختباراتها وتعيين نسب مكوناتها وتجهيز الطريق لعملية التخطيط.

١-٩-١-٢ تتبع المواصفات القياسية المصرية الصادرة عن الهيئة المصرية للتوحيد القياسي فى هذا المجال، وفى حالة عدم وجود مواصفة قياسية مصرية لأى منها تتبع مواصفات إتحاد مسؤولى النقل والطرق الأمريكى AASHTO ومواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ASTM والمواصفات القياسية البريطانية .B.S لحين صدور مواصفات قياسية مصرية من الهيئة المصرية للتوحيد القياسى، وفيما يلى المواصفة القياسية المصرية ذات الصلة فى هذا المجال.

م٠ق٠م٠ ٧٩٤ / ١٩٩١ "بويات الطرق"

على أن يراعى مايصدر من تعديلات بشأنها وكذلك أى مواصفة مصرية تستجد ولها علاقة بهذا المجال.

١-٩-٢ تصنيف الألوان واستخدامها

١-٩-٢-١ تنفذ خطوط الطرق باللونين الأبيض والأصفر، على أن تكون الخطوط البيضاء -مستمرة كانت أو متقطعة - فى نهر الطريق؛ أما الخطوط الصفراء فتكون على جانبى الطريق لتحديد المرور فيه.

١-٩-٢-٢ تستخدم البويات السوداء فى تغطية الخطوط القديمة التى يصعب إزالتها أو فى تغطية الخطوط غير المطابقة

للمواصفات والتى يرفضها المهندس المسؤول بالموقع ..
كما تستخدم أيضا فى طلاء الأرصفة داخل المدن.

١-٩-٣ بويات الطرق

البويات عبارة عن سائل لزج القوام متجانس تماما، له لون محدد، وخال من أى أجسام غريبة، وله القدرة على الإلتصاق الجيد بالأسطح المراد دهانها وتغطية وإخفاء الطريق تماما بعد جفاف طبقة الطلاء.

١-٩-٣-١ التركيب

تتركب البويات أساساً من مخضبات ومواد موسعة (ناشرة) ومواد رابطة ومذيبات وإضافات.

(١) المخضبات

المخضبات المستخدمة فى بويات تخطيط الطرق مواد غير عضوية، الأبيض منها ثانى أكسيد تيتانيوم من نوع الروتيل أو الأناتاز، أما الأصفر فهو أحد مركبات الكروم الصفراء أو أخرى فى نفس المستوى، ويجب ألا تقل نسبة المخضب فى الدهان عن ٢٠٪ من كتلة الدهان ككل، على أن تتطابق خواص هذا المخضب مع بنود المواصفة القياسية المصرية المحددة لهذا البند .. أما المخضب الأسود فهو أسود الكربون ويجب ألا تزيد نسبته فى البويات عن ٣٪ من كتله الدهان.

(٢) المواد الموسعة (الناشرة)

وهى خليط من كربونات الكالسيوم الطبيعية أو المصنعة المطحونة طحناً جيداً ونسبتها فى الدهان لاتزيد عن ٢٥٪ من كتلة الدهان بأى حال، وكبريتات الباريوم الطبيعية أو المصنعة ولاتقل نسبتها عن ٦٪ من كتلة الدهان بأى حال، على أن تتطابق مواصفات هاتين المادتين مع مايقابلها من بنود فى المواصفة القياسية المصرية.

(٣) المواد الرابطة

فى حالة البويات سريعة الجفاف ، تكون المادة الرابطة من المطاط المكلور أو راتينج الأكريليك أو خليط من راتينج الألكيد مع نترات السليولوز قصير الزيت أو من أى نوع آخر مكافىء لهذه الأنواع بحيث لاتقل نسبة المادة الرابطة عن ١٥٪ من كتلة الدهان. أما فى حالة البويات عادية الجفاف فتكون المادة الرابطة من راتينج الألكيد الذى أساسه زيت فول صويا والمحور بالاستيرين أو أى خليط من راتينجات أخرى مكافئة على ألا تقل نسبتها عن ١٥٪ من كتلة الدهان.

(٤) المذيبات

وهي إما مذيب واحد أو خليط من مذيبات تتناسب ونوع المادة الرابطة المستخدمة فى البويات، يحددها الصانع، على ألا تقل نقطة الاشتعال لها عن ٣٠ ° م .

(٥) الإضافات

يجب أن تكون مناسبة لنوع المخضبات والراتينجات المستخدمة فى دهان خطوط الطرق.

١-٩-٣-٢ <u>الخــواص</u>

يجب أن تجتاز بويات خطوط الطرق كافة الخواص التالية بشهادة معتمدة من جهة محايدة مع مراعاة حدود البنود الواردة المقابلة فى المواصفة القياسية المصرية.

- اللزوجة
- الترسيب
- الجفاف الصلد
- مقاومة البرى
- درجة اللمعان
- مقاومة الأحماض
- نقطة الوميض
- الجفاف السطحى
- درجة الصلادة
- مقاومة الصدمات
- مقاومة الماء

١-٩-٣-٣ تجهيز البويات فى الموقع

(١) يجب أن يزال من فوق سطح الدهان أى قشور جلدية تكون قد تكونت أثناء التخزين.

(٢) تقلب عبوة الدهان فى الموقع، وقبل نقلها الى آلة التخطيط، تقليبا جيدا حتى يصبح الدهان متجانسا، على أن يكون التقليب آليا.

(٣) يرشح الدهان أثناء صبه فى آله تخطيط الطريق من خلال شبكة ذات أقطار مناسبة الفتحات.

(٤) قبل صب البويات فى آلة التخطيط، تضبط اللزوجة باستخدام كأس فورد رقم ٤ أو أى جهاز مماثل، وذلك بإضافة كمية من المخفف يراها المهندس المسؤول مناسبة، وفى حالة الدهان فى جو بارد، تضبط اللزوجة بالتدفئة عن طريق وضع عبوات الدهان فى ماء دافئ أو فى مكان مشمع.

(٥) إذا حدث وكان هناك ترسيب صلد للمخضبات والمواد الموسعة فى قاع العبوة تتبع الخطوات التالية:

أ- تفرغ نصف عبوة الدهان فى عبوة فارغة.

ب- تقلب عبوة الدهان الأصلية تقليبا جيدا لمدة ١٥ دقيقة.

جـ- يعاد تفريغ العبوة الثانية إلى العبوة الأصلية.

د- تقلب العبوة مرة أخرى وبنفس الطريقة.

هـ- اذا لم يتم التخلص من هذا الترسيب كلية تعاد هذه العملية مرة أخرى ولكن مدة التقليب ٥ دقائق.

و- اذا لم يتم التخلص من الترسيب نهائيا ترفض العبوة.

١-٩-٣-٤ تجهيز الطريق

(١) يجب إزالة الأتربة والمواد الصلدة من فوق الأماكن التى على الطريق والذى سيتم تنفيذ الخطوط عليه ويتم ذلك باستخدام فرشاة مناسبة، غالبا ماتكون مثبتة فى مقدمة آلة التخطيط .

(٢) يجب عدم تنفيذ الخطوط على طرق موحلة او مبللة أو فى الأماكن المهشمة أو على خطوط طلاء قديمة مشظية (مهشمة).

١-٩-٣-٥ تجهيز آلة التخطيط

(١) يجب التأكد من أن عداد ضغط الهواء وقلاب الخزان يعملان بصورة عادية.
(٢) يجب التأكد من رقم الفونية ومدى ملاءمتها لنوع الدهان الذى سيتم تنفيذه فى صورة خطوط.
(٣) يجب التأكد من أن خزان آلة تخطيط الطريق نظيف تماما، وكذلك المواسير، خصوصا إذا كان نوع الدهان مخالفا لنوع الدهان المستعمل فى التخطيط السابق، وللتأكد من ذلك، يغسل خزان آلة التخطيط بكمية مناسبة من المذيب المستخدم مع البويات السابق استخدامها فى الخزان مع استمرار التقليب لمدة نصف ساعة على الأقل، ثم يفرغ المذيب بعد ذلك عن طريق فونية الرش.
(٤) بعد الانتهاء من العمل اليومى، يجب أن تغسل آلة التخطيط بنفس الطريقة المذكورة فى البند السابق وعلى المهندس المسؤول بالموقع متابعة ذلك بكل دقة.

١-٩-٣-٦ تنفيذ الخطوط

(١) يجب ألا تنفذ الخطوط عند درجة حرارة أقل من ٥° م بأى حال، أو فى الأجواء المتربة أو فى أوقات الرياح أو فى أوقات المطر أو فى أوقات الندى أو فى أى وقت يراه المهندس المسؤول عن التنفيذ غير مناسب.
(٢) تنفذ الخطوط بطريقة الرش بآلة مناسبة ذات فتحة فونية محددة القطر وتعطى خطوطا محددة الحواف، ناعمة الملمس، ومنتظمة السماكة، متوسطة اللمعان تخفى سطح الطريق تماما وبكفاءة تامة ولايحدث أى تزهر للأسفلت على سطح الخطوط.

(٣) فى حالة رش كريات الزجاج (المادة العاكسة) على سطح الخطوط المنفذة على الطريق من البويات، فيجب أن يكون معدل رش الزجاج ٣٠٠جم/م^{٢} على الأقل، وأن تضاف المادة العاكسة قبل جفاف الخطوط، على أن يكون التدرج المنخلى لكريات الزجاج حسب الجدول التالى:

جدول رقم (١-٩-١) : التدرج المنخلى لكريات الزجاج المرشوشة

سعة المنخل (مم)	النسبة المئوية المارة
١,٠٠	١٠٠
٠,٦٠	٨٠ – ١٠٠
٠,٥٠	٦٠ – ٨٠
٠,٣٠	٣٠ – ٦٠
٠,٢٠	١٠ – ٣٠
٠,١٠	٠ – ٢٥

١-٩-٤ المواد المتلينة بالحرارة

١-٩-٤-١ تعريف

المواد المتلينة بالحرارة عباره عن مواد صلدة فى صورة مسحوق أو كتل اسطوانية أو فى شكل متوازى مستطيلات ولها مقدرة الإلتصاق الجيد على الأسفلت والخرسانة وهى مصبورة لتغطى السطح الذى أسفلها ولا تظهره، ويمكن إعادة صهر هذه المواد دون حدوث أى تفاعل كيماوى.

١-٩-٤-٢ التركيب

تتركب المواد المتلينة بالحرارة أساسا من مخضبات ومواد موسعة (ناشرة) ومواد رابطة وملدنات وركام وكريات زجاج.

(١) المخضبات

يراعى البنـد الفرعـى (١) من البنـد (١-٩-٣-١) بالنسبة للـون الأبيض، أما اللون الأصفـر فيكون من كرومـات الرصـاص المقاومـة للحرارة أو مادة أخرى مماثلة.

(٢) المادة الموسعة

تكون من كربونات الكالسيوم الطبيعية ومطحونة طحناً جيداً .

(٣) الركام

يكون من كربونات الكالسيوم أو كسر الرخام أو الرمـل الأبيـض أو الكوارتز أو أى مادة أخرى مناسبة وفى نفس المستوى، على أن يكـون تدرج حجم حبيباتها حسب التحليل المنخلى المبين فى الجدول التالى.

جدول رقم (١-٩-٢) : تدرج حجم حبيبات الركام بالتحليل المنخلى

سعة المنخل (مم)	النسبة المئوية المارة
٠,٦٥	١٠٠
٠,٤٠	٩٠ - ١٠٠
٠,٣٠	٦٠ - ٩٠
٠,٢٠	٢٠ - ٦٠
٠,١٠	٠ - ٢٠

(٤) المادة الرابطة

يكون الراتنج المستخدم كمادة رابطة من النـوع المتلين بـالحرارة، أى لايحـدث لـه تفـاعل كيمـاوى خـلال التسـخين ويمكـن إعـادة صهـره

بسهولة، مثال لذلك الراتنجات الهيدروكربونية أو القلفونية أو أى مادة أخرى مماثلة وعلى نفس المستوى بحيث لايحدث لها إصفرار مع الوقت.

(٥) المادة الملدنة

تكون المادة الملدنة من الزيوت المعدنية (بترولية المنشأ) لاتتأثر بالحرارة عند ٢٤٠ °م لمدة ٦ ساعات على الأقل أو أى مادة أخرى مشابهة ولها نفس الخواص.

(٦) المادةالعاكسة (كريات الزجاج)

تكون المادة العاكسة فى صورة كريات كاملة الاستدارة ومصنعة من الزجاج الصودى معامل انكساره لايقل عن ١,٥، وألا تزيد نسبة التشوهات فيه (من تشوهات الاستدارة أو فقاعات الهواء) عن ٢٠٪، أما نسبته فيراعى فى ذلك المواصفة القياسية البريطانية رقم ٣٢٦٢ والجدول التالى يحدد التحليل المنخلى لكريات الزجاج المستخدمة فى تركيب المواد المتلينة بالحرارة.

جدول رقم (١-٩-٣) : تدرج حجم حبيبات الزجاج من النوع المخلوط الداخل فى تركيب المواد المتلينة بالحرارة

سعة المنخل (مم)	النسبة المئوية المارة
١,٧٠	١٠٠
١,٠٠	٩٠ - ١٠٠
٠,٦٠	٦٥ - ٩٠
٠,٥٠	٤٠ - ٦٥
٠,٣٠	٢٥ - ٤٠
٠,٢٠	١٥ - ٢٥
٠,١٠	٠ - ١٥.

١-٩-٤-٣ الخواص

يجب أن تجتاز مواد خطوط الطرق المنفذة على الساخن كافة الخواص التالية بنجاح تام وبشهادة معتمدة من جهة محايدة مع مراعاة حدود البنود الواردة فى المواصفة القياسية البريطانية رقم ٣٢٦٢.

- الكثافة
- نقطة الليونة
- التألق
- مقاومة الحرارة
- مقاومة الانسيابية
- مقاومة البرى
- نقطة الاحتراق
- مقاومة الصدمات
- مقاومة التزحلق

١-٩-٤-٤ تجهيز المواد فى الموقع

(١) فى حالة استخدام المواد من نوع القوالب، تكسر هذه القوالب إلى كتل لاتزيد كتلة الواحدة منها عن ٤ كجم تقريبا، ويوضع فى السخان (وعاء الصهر) نصف الكمية المحددة لسعته ، وبعد انصهار الكمية السابقة يضاف اليها الربع الثالث وبعد انصهاره يضاف الربع الأخير مع التقليب المستمر فى كل حالة لتجنب التسخين الزائد عن الحد المطلوب وتغير لون مواد خطوط الطرق تبعا لذلك.

(٢) فى حالة استخدام مواد تخطيط طرق متلينة بالحرارة من نوع البودرة (المسحوق) ، توضع ربع الكمية المحددة لسعة السخان وبعد الانصهار الكامل للكمية السابقة يضاف الربع الثانى وتكرر نفس العملية للربع الثالث والرابع مع التقليب المستمر فى كل مرحلة.

(٣) يجب ضبط حرارة السخان عند درجة الحرارة التى حددها الصانع والموجودة فى بطاقة العلامات التى على العبوات وفى حدود ٥٥ °م مع التقليب المستمر حتى انتظام اللزوجة وثبات سرعة القلاب .

(٤) يجب عدم تفريغ وعاء الصهر إلا بعد التأكد من تمام انصهار المادة وعدم وجود أى كتل متجمعة من هذه المادة.

(٥) يجب تفريغ وعاء الصهر فى أقل من ست ساعات من بدء شحن الوعاء إذا كانت المادة الرابطة من الراتنجات الهيدروكربونية أو في أقل من أربع ساعات إذا كانت المادة الرابطة خلاف ذلك. ويشترط تحديد نوع المادة الرابطة فى بطاقة العلامات.

(٦) يجب استخدام سلك ترشيح ذو فتحات أقطارها مناسبة أثناء تفريغ محتويات وعاء التسخين إلى آلة التخطيط.

١-٩-٤-٥ <u>تجهيز وعاء الصهر وآلة التخطيط.</u>

(١) تجهيز وعاء الصهر

- يجب التأكد من أن ترمومتر وعاء الصهر يعمل بصورة جيدة وأن يكون معايرا.
- يجب بدء تسخين الوعاء أولا وقبل وضع أى مادة فيه حتى الوصول إلى درجة حرارة الصهر التى حددها الصانع.
- يجب أن يكون وعاء الصهر نظيفا وأن يكون لون المادة المستخدمة مطابق للون المادة السابق استعمالها فى تنفيذ الخطوط السابقة، وإذا كان اللون مغايرا يغسل وعاء الصهر بحوالى ٥٠ كجم من مواد خطوط الطرق الجديدة وذلك بصهرها تماما مع التقليب ثم تفريغه.

(٢) تجهيز آلة التخطيط

- يجب التأكد من أن عدادات ضغط الهواء وترمومتر خزان آلة التخطيط يعملان بصورة جيدة ومعايران.
- يجب التأكد من أن خزان آلة التحطيط نظيفا وكذلك المواسير سواء كان التنفيذ بالرش أو بالبثق أو بالصب، وخالية تماما من أى كتل أو تجمعات متحجرة أو مواد غريبة وأن القلاب يعمل بصورة جيدة وعلى المهندس المسؤول متابعة ذلك بكل دقة.

- يغسل خزان آلة التخطيط بحوالى ٥٠ كجم من مواد خطوط الطرق التى سيتم تنفيذها، ويكون الغسيل إجباريا فى حالة تغيير مصدر خامات تخطيط الطرق.
- يجب تشغيل سخان خزان آلة التخطيط قبل بدء شحنه بفترة كافية، ولايتم شحنه إلا بعد التأكد من الوصول إلى درجة حرارة أعلى من الدرجة التى حددها الصانع للصهر بحوالى ٥° م.

١-٩-٤-٦ <u>تجهيز الطريق</u>

(١) يجب إزالة الأتربة والكتل الغريبة من فوق الأماكن التى سيتم تخطيطها من الطريق، وذلك باستخدام فرشاة مناسبة غالبا ماتكون مزودة بها آلة التخطيط وفى مقدمتها.

(٢) اذا كان سطح الطريق أملسا - خصوصا فى الطرق الخرسانية- فيجب عمل طبقة لاصقة من مادة راتينجية مناسبة أسفل الخطوط التى سيتم تنفيذها.

(٣) يجب عدم تنفيذ الخطوط على أى طرق موحلة أو مبللة أو فى الأماكن المهشمة منه أو على خطوط طلاء قديمة مشظية.

١-٩-٤-٧ <u>تنفيذ الخطوط</u>

(١) يجب أن تنفذ الخطوط على الطريق عند درجات حرارة أعلى من ٥°م ، على أن يكون الطريق جافا تماما، وفى حالة الاضطرار لعمل الخطوط عند درجة حرارة أقل من ٥°م تسخن الأماكن التى ستنفذ عليها الخطوط بسخان خاص معروف جيدا لدى المهندس المسؤول عن التنفيذ.

(٢) يجب أن تكون الخطوط المنفذة على الطريق خالية من اى عيوب أو تجمعات أو عروق بلون مغاير أو أية عيوب أخرى يراها المهندس المسؤول.

(٣) فى حالة التخطيط بالبثق أو بالصب فيجب أن تكون سرعة آلة التخطيط فى حدود ٥ كم/ساعة، أما إذا كان التخطيط بالرش فتكون سرعة آلة التخطيط فى حدود ١٥– ٢٠ كم/ساعة.

(٤) فى حالة رش كريات الزجاج على سطح خطوط الطريق ، فيجب أن يكون معدل الرش ٣٠٠ جم/م^{٢} على الأقل وأن يضاف إلى سطح الخطوط وهى ساخنة لم تتصلد بعد، وذلك من خلال فتحة خاصة فى آلة التخطيط، ويراعى حجم كريات الز.اج المرشوشة كما فى البند الفرعى رقم (٣) من البند رقم (١–٩- ٢–٦) .

١–١٠ مواد الطلاء

١–١٠–١ إعتبارات عامة

يتضمن هذا الجزء كافة أنواع مواد الطلاء المختلفة التى تستخدم فى دهان الأسطح المعدنية، وتجهيز هذه الأسطح، والأدوات المستخدمة سواء فى عمليات الطلاء أو تجهيز الأسطح، ويجب أن تتبع المواصفات القياسية المصرية الصادرة عن الهيئة المصرية العامة للتوحيد القياسى فى هذا المجال، وفى حالة عدم وجود مواصفات قياسية مصرية لأى منها، تتبع مواصفات إتحاد مسؤلى النقل والطرق الأمريكى AASHTO ومواصفات الجمعية الأمريكية لإختبار المواد ASTM أو المواصفات القياسية البريطانية B.S. لحين صدور مواصفات قياسية مصرية من الهيئة العامة للتوحيد القياسى إن لم يحدد غير ذلك.

م.ق.م رقم (٧١٥): البويات التركيبية البادئة

م.ق.م رقم (٤٥٠): أكاسيد الحديد التركيبية للطلاء

م.ق.م رقم (٣٨٦): أكسيد الرصاص الأحمر للطلاء (السلاقون)

م.ق.م رقم (٥٥٠): مساحيق كرومات الزنك وكرومات الرصاص للبويات

م.ق.م رقم (٧١٧): مسحوق ومعجون وورنيش بويات الألومنيوم

م.ق.م رقم (١٢٩): الطلاء البحرى المقاوم للتآكل

(٣) فـي حالـة التخطيط بـالبثق أو بـالصب فيجب أن تكون سرعة آلـة التخطيط فى حدود ٥ كم/ساعة، أما إذا كان التخطيـط بـالرش فتكون سرعة آلة التخطيط فى حدود ١٥- ٢٠ كم/ساعة.

(٤) فى حالة رش كريات الزجاج على سطح خطوط الطريق ، فيجب أن يكون معدل الرش ٣٠٠ جـم/م^{٢} علـى الأقل وأن يضـاف إلـى سطح الخطوط وهى ساخنة لم تتصلد بعد، وذلك من خلال فتحة خاصة فـى آلة التخطيط، ويراعى حجم كريات الزجاج المرشوشة كمـا فـى البنـد الفرعى رقم (٣) من البند رقم (١-٩- ٢-٦) .

١-١٠ مواد الطـلاء

١-١٠-١ إعتبارات عامة

يتضمن هذا الجزء كافة أنواع مواد الطلاء المختلفة التى تستخدم فى دهـان الأسطح المعدنية، وتجهيز هذه الأسـطح، والأدوات المستخدمـة سـواء فى عمليات الطـلاء أو تجهـيز الأسطـح، ويجب أن تتبع المواصفات القياسية المصرية الصادرة عن الهيئة المصرية العامة للتوحيد القياسى فى هذا المجال، وفى حالة عدم وجود مواصفات قياسية مصريـة لأى منهـا، تتبع مواصفات إتحاد مسـؤلى النقـل والطـرق الأمريكـى AASHTO ومواصفـات الجمعيـة الأمريكيـة لإختبـار المـواد ASTM أو المواصفــات القياسـية البريطانيـة B.S. لحين صدور مواصفات قياسية مصرية من الهيئة العامة للتوحيد القياسى إن لم يحدد غير ذلك.

م.ق.م رقم (٧١٥): البويات التركيبية البادئة

م.ق.م رقم (٤٥٠): أكاسيد الحديد التركيبية للطلاء

م.ق.م رقم (٣٨٦): أكسيد الرصاص الأحمر للطلاء (السلاقون)

م.ق.م رقم (٥٥٠): مساحيق كرومات الزنك وكرومات الرصاص للبويات

م.ق.م رقم (٧١٧): مسحوق ومعجون وورنيش بويات الألومنيوم

م.ق.م رقم (١٢٩): الطلاء البحرى المقاوم للتآكل

١-١٠-٢ **تنظيف الأسطح الحديدية**

تتم جميع أعمال التنظيف بأنواعها فى ورشة التصنيع على أن يَتْبع ذلك دهان وجه واحد فقط من دهانٍ بادئٍ مقاوم للصدأ والتآكل وبالسماكة المشار إليها فى العقْد، على أن يتم دهان هذا الوجه فى خلال ست ساعات من بدء التنظيف.

ويتم تنظيف أسطح الحديد والصلب بإزالة الزيوت والشحوم والقشور والصدأ والأقذار والمواد الغريبة الأخرى وذلك بإحدى الطرق الآتية إن لم يحدد غير ذلك.

١-١٠-٢-١ **التنظيف بطرق ميكانيكية**

يُزال الصدأ والقشور والمواد الغريبة الأخرى باستخدام فرش من السلك أوالرشم أوالمطارق أو أى وسيلة أُخرى فعَّالة ومناسبة، وذلك بعد إزالة الشحوم والزيوت باستعمال مذيب مناسب مثل الكيروسين أو أى مذيب آخر معتمد وباستخدام فرشاة مناسبة.

١-١٠-٢-٢ **التنظيف بالسفع**

(١) **تعريف**

التنظيف بالسفع هو قذف المواد السافعة، سواء كانت رمل أو خردق، عن طريق هواء مضغوط فى اتجاه سطح المعدن المتسخ بصورة مستمرة حتى الوصول بهذا السطح إلى الدرجة المطلوبة للنظافة.

(٢) الأدوات

أ- ضاغط هواء من النوع المعروف يوافق عليه المهندس المسؤول بالموقع.

ب- رمل جاف ذو تدرج حبيبى محدد متفق على تدرج حبيباته ويوافق عليه المهندس المسؤول بالموقع.

جـ- خردق (كريات صلب القطر ومتفق على تدرج أقطارها) يوافق عليها المهندس المسؤول بالموقع (فى حالة السفع بالخردق).

د- خراطيم تتحمل الضغوط العالية وخالية تماما من أى تشققات أو تسلخات.

هـ- رمالة (خزان) ذات حجم مناسب من النوع المعروف يوافق عليها المهندس المسؤل بالموقع.

(٣) السفع

يزال الصدأ والمواد القريبة العالقة بسح الحديد أو الصلب بتوجيه المواد السافعة المضغوطة إليها مباشرة حتى الوصول إلى الدرجة المحددة للسطح النظيف ولا تقل عن 2.5 - 5a عن طريق المقارنة مع صورة فوتوغرافية معتمدة ، ويجب على المهندس المسؤل أن يركز على الأركان والزوايا الداخلية والأحرف الموجودة على سطح المعدن.

(٤) تجهيز الأسطح المجلفنة

تجهز الأسطح الحديدية المجلفنة قبل دهانها كما يلى:

أ- يذاب ٥٠ جم من كل من كلوريد النحاس ونترات النحاس وملح الأمونيا فى جالون ماء نقى، وبعد تمام الذوبان يضاف ٥٠ جم من حمض المورياتيك، ويجب ان يكون الاناء المحضر فيه هذا المحلول من النوع الذى لا يتفاعل معه، ويفضل تحضير هذا المحلول فى إناء من الزجاج أو أى إناء معدنى موصل بالأرضى، ولا يُحَضَرّ هذا المحلول فى أوعية من الصفيح أو من أى مادة مشابهة.

ب- يطلى الحديد المجلفن بهذا المحلول بفرشاة عريضة حتى يصبح سطح الحديد المطلى داكنا وغالبا ما يكون أسودا، الذى سرعان ما يتحول الى اللون الرمادى بعد الجفاف التام.

١-١٠-٣ البويات

البويات عباره عن سائل لزج القوام متجانس تماما، له لون محدد، وخال من أى أجسام غريبة، وله القدرة على الإلتصاق الجيد بالأسطح المراد دهانها وتخبئة الطريق تماما بعد جفاف طبقة الطلاء.

١-١٠-٣-١ التركيب

تتركب البويات أساسا من مخضبات ومواد موسعة (ناشرة) ومادة رابطة ومذيبات وإضافات.

(١) المخضبات

المخضبات المستخدمة فى بويات الأسطح المعدنية مواد غير عضوية لها صفة مقاومة الصدأ والتآكل مثل أحمر الرصاص (السلقون) ، كرومات الرصاص، كرومات الخارصين، مسحوق الخارصين، مسحوق ومعجون الألومنيوم، أكسيد الحديد المايكى .. أو مواد أخرى فى نفس المستوى.

(٢) المواد الموسعة (الناشرة)

وهى مواد غيرعضوية طبيعية أو مصنعة مطحونة طحنا جيدا ويجب أن يكون نوعها ونسبتها فى الدهان مطابق لما جاء فى بنود فى المواصفة القياسية المصرية المنفذة.

(٣) المواد الرابطة

فى البويات عالية المستوى تكون المادة الرابطة من المطاط المكلور أو راتينج الأكريليك أو الإيبوكسى أو البوريثان أو راتينج آخر مكافئ ، أما فى حالة البويات العادية فتكون المادة الرابطة من راتينج الألكيد أو راتينج آخر مكافئ.

(٤) المذيبات

وهى إما مذيب واحد أو خليط من مذيبات تتناسب ونوع المادة الرابطة المستخدمة فى البويات، يحددها الصانع.

(٥) الإضافات

يجب أن تكون مناسبة لنوع المخضبات والراتينجات المستخدمة فى الدهان.

١-١٠-٣-٢ الخـواص

يجب أن تجتاز البويات التى تستخدم فى طلاء المعادن كافة الخواص التالية بشهادة معتمدة من جهة محايدة مع مراعاة حدود البنود الواردة المقابلة فى المواصفة القياسية المصرية.

- اللزوجة
- نقطة الوميض
- الترسيب
- التركيز الحجمى للمخضب
- الجفاف السطحى
- الجفاف الصلد
- درجة الصلادة
- مقاومة التآكل (الوزن المفقود والترذيذ الملحى)
- الجفاف السطحى
- مقاومة الصدمات
- درجة اللمعان
- مقاومة الماء
- مقاومة الأحماض

١-١٠-٣-٣ تجهيز البويات في الموقع

(١) يجب أن يزال من فوق سطح الدهان أى قشور جلدية تكون قد تكونت أثناء التخزين ثم تقلب عبوة الدهان تقليبا جيدا حتى يصبح الدهان متجانسا ثم تضبط اللزوجة باستخدام كأس فورد رقم ٤ أو أى جهاز مماثل، وذلك بإضافة كمية من المخفف يراها المهندس المسؤول مناسبة، وفى حالة الدهان فى جو بارد، تضبط اللزوجة بالتدفئة عن طريق وضع عبوات الدهان فى ماء دافئ أو فى مكان مشع.

(٢) يرشح الدهان أثناء صبه فى خزان مسدس الرش (فى حالة استخدام الرش اللاهوائى) خلال شبكة ذات أقطار مناسبة-الفتحات.

(٣) إذا حدث وكان هناك ترسيب صلد للمخضبات والمواد الموسعة فى قاع العبوة تتبع الخطوات التالية:

أ- تفرغ نصف عبوة الدهان فى عبوة فارغة.

ب- تقلب عبوة الدهان الأصلية تقليبا جيدا لمدة ١٥ دقيقة.

جـ- يعاد تفريغ العبوة الثانية إلى العبوة الأصلية.

د- تقلب العبوة مرة آخرى وبنفس الطريقة.

هـ- إذا لم يتم التخلص من هذا الترسيب كلية تعاد هذه العملية مرة آخرى ولكن مدة التقليب ٥ دقائق.

و- اذا لم يتم التخلص من الترسيب نهائيا ترفض العبوة.

١-١٠-٤ عملية الطلاء

يجب ألا تنفذ عمليات الدهان عند درجات حرارة أقل من ٥° م بأى حال، أو فى الأجواء المتربة أو فى أوقات الرياح أو فى أوقات المطر أو فى أوقات الندى أو فى أى وقت يراه المهندس المسؤول عن التنفيذ غير مناسب، ويجب أن تنفذ عملية الطلاء فى صورة ثلاث طبقات على الأقل وبألوان مختلفة يمكن التمييز بينها ، وهذه الطبقات هى:

١-١٠-٤-١ الطبقة البادئة : Primer

ويجب أن تكون من دهان بادئ (برايمر) مقاوم للتآكل والصدأ ويجب البدء فى تنفيذه على سطح الصلب بعد تنظيفه بست ساعات على أكثر تقدير ويتم الدهان فى ورشة تجميع الجسم المعدنى.

١-١٠-٤-٢ طبقة البطانة : Under Coat

ويتم تنفيذ طبقة الطلاء هذه فى موقع المنشأة المعدنية بعد تثبيتها وبعد ترميم الخدوش والتلفيات التى تكون قد حدثت فى الطبقة البادئة نتيجة النقل والتركيب أو نتيجة صب بلاطة الخرسانة .. وفى حالة تأخر تنفيذ طبقة

البطانة لفترة طويلة يعاد فحص طبقة الطلاء البادئة وإجراء كافة الترميمات للتلفيات التى قد تكون حدثت بها كما يحددها المهندس المسؤول والإستشارى.

١-١٠-٤-٣ الطبقة النهائية : Finish Coat

تنفذ طبقة الطلاء النهائية بعد التأكد من أنه لا توجد أى تلفيات فى طبقة البطانة وأن لونها منتظم وأن مجموع سماكة طبقتا الطلاء البادئة والبطانة فى الحدود المتفق عليها.

١-١٠-٤-٤ الأدوات

تستخدم فى عمليات الدهان للأجسام المعدنية الفرش و الاسطوانات (الرولات) ومسدسات الرش اللاهوائى.

(١) فرش الدهان

يجب أن تتوفر الشروط الآتية فى فرش الدهان:

أ- أن تكون الفرشاة مصنوعة من شعر ذا أطوال مختلفة، الشعر الطويل فيها هو الأكثر عددا.

ب- أن تكون أطراف الشعر مشققة (متفرعة).

جـ- أن يكون الشعر قويا ومرنا بدرجة كافية وعند الضغط عليه باليد يعطى شعورا بالمقاومةوعند رفع الضغط يعود إلى مكانه الطبيعى دون تفرق.

د- أن تكون المادة اللاصقة التى تثبت الشعر فى القاعدة الخشبية خاملة كيماويا ولا تتأثر بالمذيبات أو المادة الرابطة للبويات المستخدمة.

هـ- أن تكون المسافات بين الشعر منتظمة (متساوية تقريبا).

وللوصول إلى مستو عال من الطلاء يجب الاعتناء بفرش الدهان باتباع الخطوات التالية:

أ- ينزع من الفرشاة الجديدة كل الشعر المفكك، وذلك بمرور أصابع اليد خلال الشعر عدة مرات ثم يضغط على الشعر بكف اليد.

ب- تغمر الفرشاة الجديدة في زيت بذرة الكتان الخام لمدة يوم على الأقل حتى يمتص الشعر كمية من الزيت ويصبح مرنا، أما الفرش المصنوعة من خيوط النايلون فلا تغمر.

جـ- بعد كل عملية دهان، يجب تنظيف الفرشاة وهي طرية (أي وهي مازالت مبللة بسائل الدهان) بالمخفف المناسب والمستخدم مع ذات الدهان والمحدد من قبل الشركة الموردة للدهان.

د- في حالة استخدام فرش قديمة قد يكون على شعرها بويات متجمدة، فتنقع الفرشاة في مزيل للبويات أو مذيب قوى أو كلاهما معا ، وعندما تصبح البوية طرية تكشط بمكشط خاص ثم تغسل الفرشاة بالماء الدافئ والصابون، تشطف بعدها بالماء وتمشط بمشط خاص وتجفف بعد ذلك.

(٢) الاسطوانات (الرولات)

أ- يجب أن تكون القضبان الاسطوانية مصنوعة من مواد بوليمرية لا تتأثر بالمذيبات أو مخففات البويات المستخدمة.

ب- بعد كل عملية دهان، يجب تنظيف الاسطوانات وهي طرية (أي وهي مازالت مبللة بسائل الدهان) بالمخفف المناسب والمستخدم مع ذات الدهان والمحدد من قبل الشركة الموردة للدهان.

(٣) مسدسات الرش

أ- يجب أن تكون مسدسات الرش من النوع اللاهوائي ولا تستخدم نهائيا المسدسات العادية في أعمال دهانات الحديد أو الصلب.

ب- بعد كل عملية دهان، يجب تنظيف مسدسات الرش اللاهوائية والخزان والخراطيم وهي مازالت مبللة بسائل الدهان بالمخفف المناسب والمستخدم مع ذات الدهان والمحدد من قبل الشركة الموردة للدهان، ثم تنزع فونية المسدس وتغمر في المخفف لمدة

كافية والتأكد من عدم وجود أى آثار للدهان عليها ثم تجفف بعد ذلك بقماش أو قطعة قماش نظيفة.

١-١٠-٤-٥ تنفيذ الدهانات

(١) يجب أن تنفذ عمليات الدهانات، سواء كان ذلك بالفرش أو بالإسطوانات أو بالمسدسات، فى خلال ست ساعات من بدء تنظيف سطح المعدن على أقصى تقدير وذلك بعد موافقة المهندس المسؤول بالموقع على درجة نظافة سطح المعدن حسب الدرجة المتفق عليها.

(٢) يفضل إستعمال مسدسات الرش اللاهوائية فى المساحات الكبيرة وإن لم يتيسر ذلك تستعمل الرولات، مع مراعاة أصول الصنعة، أما الزوايا والأركان فيجب الإعادة عليها بالفرش الزاوية.

١-١٠-٥ الفحص واستلام الأعمال

١-١٠-٥-١ الفحص المظهرى

يتم الفحص المظهرى للدهان بعد يومين على أقل تقدير ويجب أن يكون مظهر الجسم المدهون كما يلى :

(١) أن يكون لون الدهان متجانسا وليس به أى بقع أو برقشة وعلى درجة لمعان واحدة ومنتظمة.

(٢) أن تكون طبقة الطلاء مخبئة لسطح المعدن تماما ولا تظهر منه شيئا.

(٣) أن يكون سطح الدهان أملسا وليس به أية خدوش أو كرمشة أو تحبيب أو خروم أو فقاقيع أو تسييل أو تسدل للدهان وخال تماما من علامات الفرشاة.

١-١٠-٥-٢ **الفحص الفنى**

يتم الفحص الفنى للدهان بعد أربعة أيام على أقل تقدير، وتجرى الإختبارات التالية.

(١) **إختبار خرقة الماء**

تبلل خرقة بالماء ويمسح بها على السطح المدهون مع الضغط بقوة مناسبة ثم تفحص الخرقة فإن لم تترك البوية أثرا فهى ممتازة، وإن تركت أثرا بسيطا فهى متوسطة، وإن علقت البوية بالخرقة فهى غير مطابقة ويجب إعادة الدهان بنوع آخر مطابق.

(٢) **إختبار القطع المتعامد**

يعتبر هذا الإختبار أساسى ولا غنى عنه، لطبقة الطلاء البادئة ويستخدم لهذا الغرض جهاز خاص ذو رأس مزودة بست شفرات أو إحدى عشرة شفرة ويجرى الإختبار كما يلى:

أ- تقطع طبقة الطلاء بأحرف شفرات الجهاز وذلك بالسحب والضغط عليها بقوة منتظمة لمسافة مناسبة بشرط ظهور سطح المعدن.

ب- ينفذ ما تم إجراؤه فى البند السابق (أ) ولكن عموديا على الخطوط السابقة.

جـ- تنظف المربعات الناتجة عن تقاطع الخطوط بفرشاة ناعمة مخصصة لهذا الغرض.

د- تلصق المربعات الناتجة لصقا جيدا بشريط لاصق من نوع TESA 122 ثم ينزع الشريط اللاصق بقوة.

هـ- تحسب المربعات المنزوعة نتيجة القطع ونزع الشريط بعدسة مكبرة، فإن كانت أكثر من ٥٪ من مجموع المربعات تكون البوية غير مطابقة.

(٣) **إختبار الشريط اللاصق**

يجرى هذا الاختبار على طبقات الطلاء التى تلى طبقة الطلاء البادئة (البرايمر) بعد تمام جفافها ويستخدم لهذا الغرض شريط لاصق

متعارف عليه لدى المتخصصين فى مجـــال البويـــات وهـــو شريـــط سليولوزى من نوع TESA144 بطول ٥٠ سم ، يضغط منها ٢٠ ســـم من جهة أحد الأطراف بظهر ظفر الإبهام الخلفى وأحد أصـــابع اليـــد بحيث لا تكون هناك أى فراغات هوائية بين طبقة الطلاء والشريط ثم يشد الطرف الحر للشريط فجأة وبقوة وعموديا على السطح المدهـــون وفى حالة إلتصاق جزء من طبقة الطلاء بالشريط تكون البويـــة غـــير مطابقة.

(٤) إختبار الصلادة

ويجرى هذا الإختبار بأقلام الرصاص المبرية بريا جيدا حيث يمرر القلم على سطح الدهان ويعبر عن درجة الصـــلادة بدرجة صــــــلادة القلم الذى يعمل علامة على ســـطح الدهـــان يصعب إزالتها وتكون البوية مطابقـــة فى حدود H , HB ، وهى درجات متعارف عليـــها لتحديد درجة صلابة الأقلام الرصاص .

الباب الثانى

الخلطات الأسمنتية

٢-١ مجالات إستخدام الخلطات الأسمنتية فى الطرق:

تستخدم الخلطات الخرسانية الأسمنتية فى الأعمال الاتية:

- الأساس المكون من الخرسانه الأسمنتيه.
- ترميم الرصف الخرسانى.
- التكسيات ووقاية الميول بالخرسانه الأسمنتيه المسلحه.
- الجسور الخرسانيه للطرق (مونة التدبيش المكسوه).
- طبقات التقويه السطحيه.
- الرصف الخرسانى

٢-١-١ الأساس المكون من الخرسانة المكونة من الأسمنت البورتلاندى:

يتم الرجوع لرقم (٤) من البند رقم ١-٥-١-٢ من هذا الجزء من الكود.

٢-١-٢ ترميم الرصف الخرسانى:

٢-١-٢-١ المواد المستخدمة:

عند ترميم الرصف الخرسانى تعمل الطبقة اللازمة للترميم وذلك يخلط المواد الأتية:-

- الزلط
- الرمل
- الأسمنت
- الماء
- الأضافات
- المستحلبات البوليمرية

٢-١-٢-٢ <u>الخصائص الواجب توافرها فى الخلطة:</u>

- يجب أن تكون ذات درجة مرونة عالية ، لتفادى الشروخ الناتجة عن الأنكماش.
- يجب أن تكون ذات قابلية عالية للتشغيل بدون زيادة فى ماء الخلط.

٢-١-٢-٣ <u>الشروط الواجب توافرها فى خرسانة الترميم:</u>

- يجب أن يراعى فى تصميم الخلطة الخرسانية سمك الأجزاء المراد ترميمها.
- يجب أن تكون طبقة الترميم جيدة الإلتصاق مع الخرسانة القديمة وذلك بالاعداد الجيد المناسب لسطح الخرسانة القديمة وبدهان السطح القديم بمادة رابطة تضمن التصاق وربط الخرسانة الجديدة بالخرسانة القديمة دون حدوث أى أنفصال بينهما تحت تأثير الأحمال.
- يجب أن تكون طبقة الترميم ذات مقاومة عالية للضغط والشد والبرى والصدم وطبقا للإشتراطات التى تقررها الجهه المشرفه.
- يمكن إستخدام الأضافات فى خلطات خرسانة الترميم لتحسين خصائصها وتحقيق الغرض منها.

٢-١-٢-٤ <u>نسب الخلط:</u>

- تحدد نسب الخلط طبقا لتصميم خلطة الخرسانية العادية التى ستَرد فى البند ٢-٤-٣.
- تتراوح نسبة الأسمنت المستخدمة بين ٣٥٠-٥٠٠ كجم/م^{٣}
- يحتوى ماء الخلط على المستحلب البوليمرى بنسبة تتراوح من ١ : ٤ الى ١ : ٦

٢-١-٢-٥ <u>المستحلبات البوليميرية في الخلطات الأسمنتية:</u>

المستحلبات البوليمرية عبارة عن مواد لاصقة متعددة الأغراض على هيئة سائل أبيض اللون أساسها مادة اللاتكس البوتادايين ستيرين والمستحلبات

البوليمرية تستخدم كإضافة لتحسين خواص الخرسانة الأسمنتية والمونة بصفة عامة وزيادة قوة الألتصاق وتقليل نفاذية المياه بصفة خاصة.

(أ) الخصائص الواجب توافرها فى المستحلب البوليمرى

- يجب أن يكون الغشاء الجاف للمستحلب البوليمرى مرنا لا يتأثر بالقلويات والأحماض.
- يكون له القدرة على ربط المواد الأسمنتية فى الحال بعد الأستخدام وتمام الجفاف طبقا لتعليمات الشركة المنتجة وهى مدة ١٠ أيام بعد الاستخدام.
- يجب أن يكون متجانسا تماما وخالى من أى ترسيب للمواد الصلبة.
- يجب أن لا يتأثر بدرجة الحرارة عند التخزين حتى درجة ٦٠° م.
- أن لا تقل مقاومة الشد له عن ١٤٠ كجم/سم^{٢}

(ب) الإختبارات المعملية الواجب إختبارها

تجرى الأختبارات الآتية على المستحلبات البوليمرية :

- إختبار خواص الغشاء البوليمرى
- إختبار ثبات الخواص بعد التخزين
- إختبار مقاومة الشد

٢-١-٢-٦ مواصفات المواد المستخدمة فى الخلطة الخرسانية:

يرجع إلى البنود من ٢-١-٢-١ حتى ٢-١-٢-٤ من هذا الجزء من الكود.

٢-١-٣ التكسيات ووقاية الميول بالخرسانة المسلحة

٢-١-٣-١ الخلطة الاسمنتية فى بناء التكسيات:

(أ) المواد المستخدمة

- الأسمنت البورتلاندى
- الرمل
- الماء

(ب) نسبة الخلط

- تكون نسبة الخلط فـي المونـة المستخدمة لبنـاء التكسيات ٣٠٠كجـم أسمنت/م^{٣} رمل فى حالة التكسيات بـالدبش و ٣٥٠ كجم أسمنت/م^{٣} رمل فى حالة التكسيات بالطوب.

(ج) نسبة الخلط لعمل كحلة البناء

- تكون نسبة الأسمنت لعمل الكحلة فى الدبش ٥٠٠كجم/م^{٣} رمل سواء كانت الكحلة بارزة او غاطسة.

(د) مواصفات المواد

- يرجع الى البند ٢-٢ من هذا الكود.

٢-١-٣-٢ وقاية الميول بالخرسانة المسلحة:

(أ) المواد المستخدمة

- الزلط - الرمل
- الأسمنت - الماء
- حديد التسليح

(ب) نسبة الخلط

- تستخدم نسب الخلط طبقا لتصميم الخلطة الخرسانية التى تحقق حدود المواصفات فى البند٢-٣ من هذا الجزء من الكود.

(ج) مواصفات المواد

- يرجع الى البنود ١-١ ، ١-٥ ، ١-٧ ، ٢-١ مـن هذا الجزء من الكود

(د) حدود المواصفات

- يجب أن لا يقل سمك طبقة التكسية عن ٤٠ سم
- لا يقل جهد الكسر للخرسانه عن ١٦٠ كجم/سم٢ بعد ٢٨ يوم

٢-١-٤ الجسور الخرسانية للطرق (مونة التدبيش المكسوه):

٢-١-٤-١ مونة تدبيش جسور الطرق المكسوه بالدبش:

تستخدم المونة في أعمال التدبيش الخاصة بالطرق والجسور علـى ان تفى المواد المكونة لها بشروط المواصفات القياسية المصرية.

٢-١-٤-٢ المواد المستخدمة فى مونة التدبيش:

- الاسمنت البورتلاندى
- الرمل
- الماء

٢-١-٤-٣ مواصفات المواد:

يرجع الى البنود ١-١ ، ٢-٢-٣ من هذا الجزء من الكود.

٢-١-٤-٤ نسب الخلط

- يجب أن تتكون المونة المستخدمة لبناء التكسيات من الرمل والاسمنت بنسبة ٣٠٠ كجم/م^{٣} رمل.
- تتكون المونـة المستخدمة فى عمل الكحلـة بـالدبش مـن ٥٠٠ كجـم أسمنت/م^{٣} رمل سواء كانت الكحلة بارزة أو غاطسة.

٢-١-٥ طبقات التقوية السطحية من الخرسانة الاسمنتية (Overlays)

٢-١-٥-١ مقدمة:

تعمل طبقة التقوية السطحية عند وجود تآكل بالطبقة السطحية الموجودة أو وجود تفكك أو شروخ بها ، وكذلك لمنع تدهور طبقات الرصف الحاملة لها ، كما تعمل أيضاً عند زيادة الأحمال المرورية على الطريق.

٢-١-٥-٢ انواع طبقات التقوية السطحية من الخرسانة الاسمنتية:

- طبقة خرسانة اسمنتية بدون استعمال ألياف
- طبقة خرسانية أسمنتية مخلوطة بالألياف
- طبقة خرسانة أسمنتية مخلوطة بغبار السليكا (Silica Fume)

٢-١-٥-٣ المواد المستخدمة:

- البازلت
- الأسمنت
- الأضافات
- الرمل
- الماء
- الألياف وغبار السيلكا

٢-١-٥-٤ نسب الخلط:

يجب أن لا يقل محتوى الأسمنت عن ٣٥٠ كجم/م٣ مع إستخدام الأضافات طبقا لتصميم الخلطة.

٢-١-٥-٥ مواصفات المواد:

يجب الرجوع الى البند ٢-٢ من هذا الجزء من الكود.

٢-١-٥-٦ حدود المواصفات:

- لا يقل سمك الطبقة عن ٣ سم.
- يجب الألتزام بحدود المواصفات الواردة فى الرصف الخرسانى بند ١-٢-٢ من هذا الجزء من الكود.

٢-١-٦ الرصف الخرسانى:

يتكون هذا النوع من الرصف من خرسانة الأسمنت البورتلاندى بتسليح أو بدون تسليح كما هو محدد، وينشأ على طبقة أساس مساعد أو طبقة أساس معدة وفقاً لمواصفات المشروع.

٢-١-٦-١ العمواد المستخدمة:

- المواد الغليظة (الزلط وخلافه)
- الأسمنت.
- حديد التسليح
- المواد الرفيعه (الرمل)
- الماء.
- الإضافات

٢-١-٦-٢ مواصفات المواد:

يرجع الى البند ٢-٢ من هذا الجزء من الكود.

٢-١-٦-٣ حدود المواصفات للمواد الرفيعة:

- يرجع الى البند ١-٥-١-٤ من هذا الكود.

٢-١-٦-٤ حدود المواصفات للمواد الغليظه:

- يرجع الى البند ١-٥-١-٤ من هذا الكود.

٢-١-٦-٥ تدرج المواد الغليظة:

- يستخدم أحد التدرجات المذكوره فى جدول رقم (١-٥-١٦) من هذا الجزء من الكود.

٢-١-٦-٦ التدرج العام للركام الخليط:

- يجب أن يتفق التدرج العام للمواد مع أحد التدرجات المبينة فى جدول رقم (١-٥-١٨) من هذا الجزء من الكود.

٢-١-٦-٧ حديد التسليح:

- يرجع للبند ١-٢ من هذا الجزء من الكود.

٢-١-٦-٨ **حدود التسليح:**

- عند تصميم الخلطة تراعى نسب الخلط التى تحقق حدود المواصفات فى البند ٢-٤ من هذا الجزء من الكود.

٢-١-٦-٩ **حدود المواصفات للخلطة الخرسانية:**

- يجب أن تفى نسبة المياه إلى الأسمنت بتحقيق درجة التشغيل المطلوبة حسب نوع وطريقة الدمك والمعدات المستخدمه وكذلك أبعاد التسليح إن وجد وسمك القطاعات، على أن تكون قيم الهبوط للخلطه الخرسانيه واقعة فى الحدود الآتية بالسم:

القيمة المتوسطة للهبوط	القيمة العليا للهبوط
٥سم	٧,٥سم

- لا يقل محتوى الأسمنت عن ٣٠٠كجم/م^{٣}.
- يتم تحديد قوة الكسر بعد سبعة أيام وبعد ثمانية وعشرين يوما لمكعبات من نسب الخلط المختارة بالمعامل.

٢-٢ **المكونات:**

٢-٢-١ **الأسمنت:**

يرجع لبند ١-١ من هذا الجزء من الكود.

٢-٢-٢ **الركام:**

يرجع لبند ١-٥ من هذا الجزء من الكود.

٢-١-٦-٨ حدود التسليح:

- عند تصميم الخلطة تراعى نسب الخلط التى تحقق حدود المواصفات في البند ٢-٤ من هذا الجزء من الكود.

٢-١-٦-٩ حدود المواصفات للخلطة الخرسانية:

- يجب أن تفى نسبة المياه إلى الأسمنت بتحقيق درجة التشغيل المطلوبة حسب نوع وطريقة الدمك والمعدات المستخدمه وكذلك أبعاد التسليح إن وجد وسمك القطاعات، على أن تكون قيم الهبوط للخلطه الخرسانيه واقعة فى الحدود الآتية بالسم:

القيمة المتوسطة للهبوط	القيمة العليا للهبوط
٥سم	٧,٥سم

- لا يقل محتوى الأسمنت عن ٣٠٠كجم/م^{٣}.
- يتم تحديد قوة الكسر بعد سبعة أيام وبعد ثمانية وعشرين يوما لمكعبات من نسب الخلط المختارة بالمعامل.

٢-٢ المكونات:

٢-٢-١ الأسمنت:

يرجع لبند ١-١ من هذا الجزء من الكود.

٢-٢-٢ الركام:

يرجع لبند ١-٥ من هذا الجزء من الكود.

٢-٢-٣ ماء الخلط:

٢-٢-٣-١ تحديد المصدر والمتطلبات(الموافقة على المصدر):

جميع مصادر الماء المراد إستعماله مع الخرسانة يجب أن يوافق عليها المهندس ، وإذا حدث فى أى وقت خلال الإنشاء أن الماء المأخوذ من مصدر معتمد أصبح غير مناسب ، فإن المقاول ملزم بإحضار ماء مناسب من مصدر آخر ، ويورد الماء المستعمل فى خلط الخرسانة من مصدر واحد بقدر الإمكان. ويتم نقل الماء إلى الموقع من خلال أنابيب مياه أو بواسطة حاويات.

٢-٢-٣-٢ شروط الإستخدام:

١- يعتبر الماء الصالح للشرب الذى لا طعم له ولا رائحة بإستثناء الإشتراطات البكتويولوجية مناسباً فى جميع الأحوال لخلط الخرسانة وفي حالة عدم توافره يمكن إستعمال ماء من مصادر أخرى لخلط ومعالجة الخرسانة بشرط إستيفاء الشروط الوارده سابقاً بالإضافه إلى مايلى:

أ- ألا يزيد زمن الشك الإبتدائي لعينات الأسمنت المجهزه بهذا الماء أكثرمن ٣٠ دقيقة على زمن الشك الإبتدائى لعينات بنفس الأسمنت جهزت بالماء الصالح للشرب وعلى ألا يقل زمن الشك الإبتدائى بأى حال عن ٤٥ دقيقة.

ب- لا تقل مقاومة الضغط بعد ٧أيام ، ٢٨ يوماً للمكعبات التى إستعمل فى خلطها هذا الماء عن ٩٠٪ من مقاومة الضغط لعينات مماثلة جهزت بماء خلط صالح للشرب.

جـ- يجب عند تصميم الخلطة الخرسانية إستخدام نفس نوع الماء الذى سيستخدم فى الخلط عند تنفيذ الطريق.

٢- يشترط فى ماء خلط الخرسانه الا يزيد محتوى الأملاح عن :
٢,٠٠٠ جرام فى اللتر من الأملاح الكلية الذائبه (T.D.S).

٠,٥٠٠ جرام فى اللتر من أملاح الكلوريدات.

٠,٣٠٠ جرام فى اللتر من أملاح الكبريتات.

١,٠٠٠ جرام فى اللتر من أملاح الكربونات والبيكربونات.

٠,١٠٠ جرام فى اللتر من كبريتيد الصوديوم.

٠,٢٠٠ جرام فى اللتر من المواد العضوية.

٣,٠٠٠ جرام فى اللتر من المواد الغير عضوية وهى الطين والمواد المعلقة غير الرسوبيه التى تعكر ماء الخلط.

٣- لايقل- بصفة عامه - الأس الهيدروجين (pH) لماء الخلط عن (٧) وفى حالة عدم إجراء هذا الإختبار لمصدر الماء فى أعمال سابقه يجب إجراء تحليل للماء لمعرفة هذا الرقم.

٤- يمكن إستعمال ماء البحر عند الضروره فى خلط الخرسانه العاديه بدون تسليح على أن يزداد محتوى الأسمنت فى الخلطة للوصول إلى المقاومه المطلوبة للخرسانه العادية بشرط توافر الخبره السابقة فى إستعماله بنجاح.

٥- يجب ألا يحدث الماء المستخدم فى المعالجة بقعاً أو ترسيبات غير مقبوله على سطح الخرسانه.

٦- يحظر إستخدام ماء مخلفات الصناعة أو ماء المجارى أو الماء المحتوى على الطحالب كماء لخلط الخرسانة هذا ويسمح بإستخدام ماء خلاف ذلك أذا إستوفى الإشتراطات المذكوره فى هذا البند وطبقاً للإختبارات التى سترد فى البند ٢-٢-٣-٤.

٢-٢-٣-٣ التخزين:

على المقاول الأحتفاظ بكمية كافية من الماء فى موقع العمل لعدم توقف العمل ويتم تخزين الماء فى خزانات علويه وتحفظ بارده ما أمكن.

٢-٢-٣-٤ ضبط الجودة:

أخذ العينات:

توضع العينات داخل زجاجات نظيفة ويحكم غلقها ويجب أن يوضح على الزجاجة مايلى:

- أسم العملية
- أسم مصدر التوريد.
- أسم آخذ العينه
- تاريخ أخذ العينه.

الأختبارات المطلوبة :

أولا: إختبارات القبول :

على المقاول الحصول على موافقة الجهة المشرفه على الماء المقترح توريده كماء للخلطة ، هذا وعلى الجهة المشرفه عدم إصدار موافقتها على المصدر المقترح لتوريد الماء (بإستثناء الماء الصالح للشرب) إلا بعد إجراء إختبارات القبول وهى:

- التحليل الكيميائى
- تركيز أيون الهيدروجين.
- الإختبارات التجريبية وتشمل إختبارات مقاومة الضغط للمونه وإختبار زمن الشك (بند ١-١-٤-٢ من هذا الجزء من الكود).

ثانيا: الإختبارات الدوريه:

تجرى الإختبارات التالية شهرياً لتحديد جميع الشوائب التى لا تفى بشروط الإستخدام كماء للخلط :-

- إختبار التحليل الكيميائى
- تركيز أيون الهيدروجين.

الخواص المطلوبة:

مذكوره بالبند ٢-٢-٣-٢ من هذا الجزء من الكود.

شروط القبول والرفض:

يعتبر الماء مطابقاً للإستخدام فى خلط الخرسانه أذا كانت خواصه فى حدود المواصفات المذكوره فى بند ٢-٢-٣-٢ من هذا الجزء من

الكود، وكذلك اذا أثبتت الخلطات التجريبية عدم وجود تأثير ضار على نوعية الخرسانة ، ويرفض الماء خلاف ذلك.

المواصفات القياسية:

م.ق.م ١٩٠ - ١٩٦٣.

٢-٢-٤ الإضافات والألياف:

يرجع الى بند ١-٧ من هذا الجزء من الكود.

٢-٣ المعايير التصميمية للخلطات الأسمنتية:

٢-٣-١ حدود القوة:

يجب أن تتضمن متطلبات الخرسانه فى حالتيها الطازجة والمتصلده ما يؤمن تحقيق كل من المقاومه والتحمل مع الزمن للطريق.

٢-٣-٢ متطلبات القوة:

يجب ألا تقل مقاومة الضغط المميزة للخرسانه النهائية (رتبة الخرسانة) بالنسبة للمكعب القياسي (١٥×١٥×١٥سم) عند فحصها بعد ثمانية وعشرين (٢٨) يوماً عن القيم الموضحه فى جدول (٢-٣-١) ، وهى المقاومة التى يجرى على أساسها المهندس المصمم حساباته، ولتحديد الرتبه المناسبه لكل إستخدام من الإستخدامات فيرجع إلى الجزء الخاص بإشتراطات التنفيذ من هذا الكود.

جدول رقم (٢-٣-١) مقاومة الخرسانه المميزه كجم/سم٢

رتبة الخرسانة	١٥٠	١٧٥	٢٠٠	٢٢٥	٢٥٠	٢٧٥	٣٠٠	٣٢٥	٣٥٠	٤٠٠	٤٧٥

وفى حالة تحديد مقاومة الضغط لعينات بمقاسات غير الوارده فى المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. ١٦٥٨/ ١٩٨٨ فإنه يلزم تحديد مقاومة الضغط بضرب نتائج الأختبارات فى معاملات التصحيح الواردة فى الجدول رقم (٢-٣-٢).

جدول رقم (٢-٣-٢) معامل تصحيح مقاومة الضغط للأشكال المختلفة لقوالب إختبار الخرسانة.

شكل القالب	أبعاد قالب الإختبار سم	معامل التصحيح
مكعب	١٠×١٠×١٠	٠,٩٧
مكعب	١٥×١٥×١٥ أو (١٥,٨×١٥,٨×١٥,٨)	١,٠٠
مكعب	٢٠×٢٠×٢٠	١,٠٥
مكعب	٣٠×٣٠×٣٠	١,١٢
إسطوانة	٢٠×١٠	١,٢٠
إسطوانة	٣٠×١٥	١,٢٥
إسطوانة	٥٠×٢٥	١,٣٠
منشور	٣٠×١٥×١٥ أو (٣١,٦×١٥,٨×١٥,٨)	١,٢٥
منشور	٤٥×١٥×١٥ أو (٤٧,٤×١٥,٨×١٥,٨)	١,٣٠
منشور	٦٠×١٥×١٥	١,٣٢

وفى حالة إختبار مقاومة الخرسانة بأسمنت بورتلاندى عادى أو سريع التصلد (بدون إضافات) عند عمر أقل أو أكثر من ٢٨ يوم فإنه يمكن تحديد المقاومة عند عمر ٢٨ يوم بضرب نتائج الأختبارات فى معاملات التصميم الموضحة فى الجدول رقم (٢-٣-٣).

جدول رقم (٢-٣-٣) معامل تصحيح مقاومة الضغط للخرسانه ذات عمر يختلف عن ٢٨ يوماً.

نوع الأسمنت	عمر الخرسانة (يوم)				
	٣	٧	٢٨	٩٠	٣٦٠
أسمنت بورتلاندى عادى	٢,٥٠	١,٥٠	١,٠٠	٠,٨٥	٠,٧٥
أسمنت بورتلاندى سريع التصلد	١,٨٠	١,٢٠	١,٠٠	٠,٩٠	٠,٨٥

٢-٣-٣ القوام:

يحدد قوام الخرسانة بالكيفية المبنية فى المواصفات القياسية المصرية. ويحدد المهندس قوام الخرسانة عند الصب.

٢-٤ تصميم الخلطات الخرسانية الأسمنتية:

٢-٤-١ عــــام:

تقوم طريقة تصميم الخلطات الخرسانية على أستخدام نتائج مأخوذه من أختبارات معملية تجرى على المواد المكونه للخلطه الخرسانية ، ويجب على المقاول أن يجرى أعمال تصميم الخلطات الخرسانية التجريبية قبل موعد الصب بحوالى ٤٥ يوماً على الأقل وذلك للتأكد من نتائج أعمال تصميم الخلطة ، على أن تكون فى نفس درجة الجو المحيطة وتحت نفس الظروف.

٢-٤-٢ شروط قبول الخلطة التجريبية:

يجب أن تتضمن متطلبات الخرسانة فى حالتها الطازجة والمتصلده ما يؤمن تحقيق كل من المقاومة والتحمل مع الزمن للطريق وكذلك درجة التشغيل المطلوبه. وعند الضرورة القصوى وفى حالة عدم توافر بيانات كافية بالنسبة للخلطات الخرسانية التى تقل رتبتها عن ٢٠٠كجم/سم^{٢} فأنه يمكن الأسترشاد بمكونات الخلطة الموضحة بالجدول (٢-٤-١) والجدول (٢-٤-٢) والذان يتضمنان إستخدام اسمنت بورتلاندى عادى وركام سليسى، وعلى القائم بتحديد المكونات إجراء تعديلات فى النسب بما يعوض الفروق بين الركام المستعمل والركام السليسى كما يمكن الإسترشاد بمكونات الخلطة الموضحة بالجدول رقم (٢-٤-٣) فى حالة معرفة المقاس الأعتبارى الأكبر للركام.

٢-٣-٣ القوام:

يحدد قوام الخرسانة بالكيفية المبنية فى المواصفات القياسية المصرية. ويحدد المهندس قوام الخرسانة عند الصب.

٢-٤ تصميم الخلطات الخرسانية الأسمنتية:

٢-٤-١ عـــام:

تقوم طريقة تصميم الخلطات الخرسانية على أستخدام نتائج مأخوذه من أختبارات معملية تجرى على المواد المكونه للخلطه الخرسانية ، ويجب على المقاول أن يجرى أعمال تصميم الخلطات الخرسانية التجريبية قبل موعد الصب بحوالى ٤٥ يوماً على الأقل وذلك للتأكد من نتائج أعمال تصميم الخلطة ، على أن تكون فى نفس درجة الجو المحيطة وتحت نفس الظروف.

٢-٤-٢ شروط قبول الخلطة التجريبية:

يجب أن تتضمن متطلبات الخرسانة فى حالتها الطاذجة والمتصلده ما يؤمن تحقيق كل من المقاومة والتحمل مع الزمن للطريق وكذلك درجة التشغيل المطلوبه. وعند الضرورة القصوى وفى حالة عدم توافر بيانات كافية بالنسبة للخلطات الخرسانية التى تقل رتبتها عن ٢٠٠كجم/سم٢ فأنه يمكن الأسترشاد بمكونات الخلطة الموضحة بالجدول (٢-٤-١) والجدول (٢-٤-٢) والذان يتضمنان إستخدام اسمنت بورتلاندى عادى وركام سليسى، وعلى القائم بتحديد المكونات إجراء تعديلات فى النسب بما يعوض الفروق بين الركام المستعمل والركام السليسى كما يمكن الإسترشاد بمكونات الخلطة الموضحة بالجدول رقم (٢-٤-٣) فى حالة معرفة المقاس الأعتبارى الأكبر للركام.

جدول (٢-٤-١) نسب مكونات الخلطات الخرسانية الإسترشادية (بالوزن)*

رتبة الخرسانة	نسبة مكونات الخلطة			كمية الأسمنت كجم/م٣	القوام (مم)
	أسمنت	رمل	زلط		
١٥٠	١	٢	٤	٣٠٠	٥-٨
١٧٥	١,٠٠	١,٧٥	٣,٥٠	٣٥٠	٥-٨

جدول رقم (٢-٤-٢) نسب مكونات الخلطات الخرسانيه الإسترشادية (بالحجم)

رتبة الخرسانة	أسمنت	رمل		زلط		محتوى الماء (لتر)
		بالحجم (م٣)	مقاسات الصندوق (سم)	بالحجم (م٣)	مقاسات الصندوق (سم)	
١٥٠	شيكارة/٥٠ كجم	٠,٠٦٦	٢٦,٥×٥٠×٥٠	٠,١٣٢	٥٣×٥٠×٥٠	٢٧,٥
١٧٥	شيكارة/٥٠ كجم	٠,٠٥٨	٢٣,٥×٥٠×٥٠	٠,١١٦	٤٠×٥٠×٥٠	٢٣,٠

جدول (٢-٤-٣) معلومات استرشادية لتحديد مكونات خلطات خرسانية برتب ٢٠٠ وأقل (أوزان الأسمنت والركام الجاف والنسب التقريبية للماء:الأسمنت)

رتبة الخرسانة	المقاس الاعتباري الأكبر للركام (مم)	٤٠		٣٠		٢٠		١٥	
		متوسطة	عالية	متوسطة	عالية	متوسطة	عالية	متوسطة	عالية
	حدود الهبوط (مم)	٥٠	١٠٠	٥٠	١٠٠	٥٠	١٠٠	٥٠	١٠٠
	الماء : الأسمنت بالوزن	٠,٣٥	٠,٤٥	٠,٤٠	٠,٥٠	٠,٤٥	٠,٥٥	٠,٥٠	٠,٦٠
١٥٠	أسمنت – كجم	٣٠٠	٣٠٠	٣٥٠	٣٥٠	٤٠٠	٤٠٠		
	ركام كلي – كجم	٢٠٠٠	٢٠٠٠	١٩٥٠	١٩٥٠	١٩٠٠	١٩٠٠		
	ركام صغير/ركام كبير	٦٠/٤٠	٦٠/٤٠	٦٥/٣٥	٦٥/٣٥	٧٠/٣٠	٧٠/٣٠		
٢٠٠	أسمنت – كجم	٣٥٠	٣٥٠	٤٠٠	٤٠٠	٤٠٠	٤٠٠	٤٥٠	٤٥٠
	ركام كلي – كجم	١٩٥٠	١٩٥٠	١٩٠٠	١٩٠٠	١٩٠٠	١٩٠٠	١٨٥٠	١٨٥٠
	ركام صغير/ركام كبير	٦٥/٣٥	٦٥/٣٥	٧٠/٣٠	٧٠/٣٠	٧٠/٣٠	٧٠/٣٠	٧٠/٣٠	٧٠/٣٠

ويلاحظ في هذا الجدول مايلي:

- نسبة الماء الى الأسمنت (م/س) هي نسبة تقريبية تستعمل في الخلطات التجريبية وتؤكد حدودها بالخلطات التجريبية.
- يمكن تغيير الرقم المناظر للركام الصغير في حدود (± ٥) حسب تدرج الركام الصغير وحدوده بالنسبة لمناطق التدرج الأربعة الواردة

بالمواصفات القياسية المصرية للركام مع الأحتفاظ بمجموع أجزاء الركام الصغير والكبير مساوياً لمائه.

- الكميات الموضحة بالجدول (٢-٤-٣) تنتج حوالى ١ م^{٣} من الخرسانه المدموكه.
- الكميات محدوده على أساس أن الركام طبيعي ووزنه النوعي وهو جاف حوالى ٢٫٧ ويلزم تعديل النسب فى حاله إستعمال وزن نوعى أخر.
- الكميات محسوبه على أساس أن نسبة الماء المستخدم وتشغيل الخرسانة ومستوى ضبط الجوده بالتنفيذ يحقق هامش الأمان المطلوب لمقاومة الضغط المميز للخرسانة حتى رتبة ٢٠٠.
- وفى حالة عدم وجود نص خاص بمواصفات المشروع تعد مكعبات الخرسانة وتعالج وتختبر طبقاً للمواصفات القياسية المصرية.
- وعلى المقاول أن يقوم بحضور المهندس، بإعداد خلطات تجريبية لكل صنف من الخرسانه المطلوبة للمشروع، على أن تصنع من مواد معتمده مقرر أستعمالها فى الموقع. و يجب أن تكون النسب فى الخلطات التجريبية بحيث تنتج خليطاً كثيفاً محتوياً على نسبة الأسمنت المحددة ومطابقة لمتطلبات اللدونه و (١١٥٪) من متطلبات القوة المحددة لصنف الخرسانة المعين. وأذا كانت المواد المقدمه من المقاول لا تتيح من حيث طبيعتها أو تدرجها، إستعمال نسب مبنيه على الحد الأدنى لنسبة الأسمنت دون تجاوز الحد الأعلى المسموح به لنسبة الماء، فيجب تعديل النسب بحث تتطلب أقل مقدار من الأسمنت ينتج خرسانة باللدونه والصلاحية المطلوبتين دون تجاوز نسبة الماء المسموح بها.
- يقوم المهندس بمراجعة الخلطات التجريبية التى يعدها المقاول ويكسر مكعبات الأختبار بعد ٧ أيام و ٢٨ يوماً ثم يقرر المهندس أى من الخلطات التجريبية ينبغى أستعمالها وأذا لم تكن أى من الخلطات التجريبية لصنف معين من الخرسانة تطابق المواصفات فإن المهندس يأمر المقاول بأعداد خلطات تجريبية إضافية ، ولايجوز إعداد أو صب

أى نوع من الخرسانة إلا بعد أن يوافق المهندس على نسب خلطة الخرسانه المراد استخدامها.

٢-٤-٣ طريقة تصميم الخلطه الخرسانية:

ويمكن للتوصل الى تصميم الخلطه الخرسانية المطلوبة بعد تحديد الأتى:-

- تدرج الركام. - معاير النعومة للركام الصغير.
- الوزن النوعى للركام. - الوزن الحجمى للركام.

وتعتمد هذه الطريقه المقترحه فى تصميم الخلطة على أساس الحجم المطلق للمتر المكعب من الخرسانة طبقاً للمعادله الأتية :

$$C + S + G + W + A = 1.0$$

حيث C: الحجم المطلق للأسمنت

S: الحجم المطلق للرمل

G: الوزن النوعى الكلى

W: الحجم المطلق للماء

A: الحجم المطلق للهواء المحبوس

حيث أن الحجم المطلق لاى مادة = $\frac{M}{1000\,G}$

علما بأن M هى الوزن الجاف بالكيلو جرام للمتر المكعب ، G هى الوزن النوعى الكلى ، 1000 هى وزن المتر المكعب للماء بالكيلو جرام.

وحيث أن مكونات الخلطة فى هذه الطريقه نظرية ، لذلك تعبأ مكونات الخلطة فى عبوات معلومة الوزن ويجرى عليها بعض الأختبارات المعملية بالإستعانة بالجداول الآتية:-

جدول (٢-٤-٤) قوام الخرسانة لأنواع المنشآت المختلفة

نوع المنشأ الخرسانى	القوام بطريقة الهبوط (سم)	
	أقصى قيمة	أدنى قيمة
الرصف	٧,٥	٥
الخرسانة الكتلية	٧,٥	٢,٥

جدول (٢-٤-٥) أختلاف جهد الكسر للخرسانة باختلاف نسبة م/س

نسبة الماء للأسمنت (م/س) لتر / شيكارة	مقاومة الضغط المتوقعة للخرسانة بعد ٢٨ يوم كجم/سم^{2}
١٧,٧	٤٢٠
٢٢,٢	٣٥٠
٢٦,٦	٢٨٠
٣١,٠٠	٢١٠
٣٥,٤	١٧٥
٤٠,٠٠	١٤٠

جدول (٢-٤-٦) المقاس الأعتبارى الأكبر المستخدم في الأعمال الخرسانية

أصغر بعد للقطاع الخرسانى مم	المقاس الأعتبارى الأكبر مم	
	البلاطات المسلحة تسليحاً ثقيلاً	البلاطات المسلحة تسليحاً خفيفاً
١٢,٥-٦,٢٥	٢٥-١٩	٣٧,٥-١٩
٢٧,٥-١٥	٣٧,٥	٧٥-٣٧,٥
٧٢,٥-٣٠	٧٥-٣٧,٥	٧٥
٧٥ فأكثر	٧٥-٣٧,٥	١٥٠-٧٥

- ويجب أن يكون المقاس الاعتبارى الأكبر للركام الكبير في الحدود المسموح بها في المواصفات القياسيه المصريه مع مراعاة أن يكون ذلك المقاس أقل من خمس (٠,٢) البعد الأصغر بين جانبي شدة القطاع الخرسانى و أقل من ثلث (٠,٣٣٣) سمك البلاطه الخرسانيه و أقل من ثلاثة أرباع (٠,٧٥) المسافه بين أسياخ التسليح .

جدول رقم (٢-٤-٧) العلاقه بين كمية ماء الخلط والقوام المناظر (الهبوط) والمقاس الاعتبارى الأكبر للركام المستخدم في الخرسانه ذات الهواء المحبوس وبدونه

القوام بطريقة الهبوط (سم)	كمية الماء المستعمل (لتر/م^3 من الخرسانة تبعا للمقاس الاعتبارى الأكبر)							
	٩,٥مم	١٢,٥مم	١٩مم	٢٥مم	٣٧,٥مم	٥٠مم	٧٥مم	١٥٠مم
٥-٢,٥	٢٠٨	١٩٨	١٨٣	١٧٨	١٦٣	١٥٣	١٤٤	١٢٤
١٠-٧,٥	٢٢٨	٢١٨	٢٠٣	١٩٣	١٧٨	١٦٨	١٥٨	١٣٩
١٧,٥-١٥	٢٤٢	٢٢٨	٢١٣	٢٠٣	١٨٨	١٧٨	١٦٨	١٤٩
الهواء المحبوس (٪)	٣	٢,٥	٢	١,٥	١	٠,٣	٠,٣	٠,٢

وتتلخص طريقة تصميم الخلطه الخرسانيه فى الخطوات التاليه:

١- يؤخذ قوام الخرسانه عباره عن الهبوط الملائم لظروف صبها من الجدول رقم (٢-٤-٤).

٢- يختار المقاس الاعتبارى الأكبر المناسب من الجدول رقم (٢-٤-٦) ويراعى فى اختياره الناحيه الاقتصاديه. ويعين معاير النعومه للرمل والوزن الحجمى للركام الكبير ، كما يعين الوزن النوعى لكلاهما.

٣- تعين نسبة الماء فى الخلطه (لتر/م^3 من الخرسانه) من الجدول رقم (٢-٤-٧) وذلك بدلالة الهبوط والمقاس الاعتبارى الأكبر للركام واللذان سبق معرفتهما من الجدولين (٢-٤-٤) ، (٢-٤-٦).

٤- تحدد نسبة الماء الى الأسمنت (م/س) من الجدول رقم (٢-٤-٧) تبعا لظروف تعرض الخرسانه، ويمكن تحديد النسبه م/س ايضا من جدول رقم (٢-٤-٥) بمعلومية مقاومة الضغط المطلوبه (بعد ٢٨ يوم).

٥- يحسب محتوى الأسمنت بقسمة محتوى الماء على النسبه م/س أى أن محتوى الأسمنت = س/م x محتوى الماء.

٦- بمعلومية كل من معاير النعومه للرمل والمقاس الاعتبارى الأكبر للركام يمكن معرفة حجم الركام اللازم لوحدة الحجوم من الخرسانه وذلك من الجدول رقم (٢-٤-٨) ، ويعين الحجم المطلق للركام الكبير فى المتر المكعب من الخرسانه بواسطة الوزن النوعى للركام الكبير.

٧- يعين الحجم المطلق للرمل على أساس أن الحجم المطلق (الكلى) للخرسانه يساوى مجموع الأحجام المطلقه لمكوناتها

أى أن الحجم المطلق للرمل = الحجم المطلق للخرسانه - (الحجم المطلق للأسمنت + الحجم المطلق للركام الكبير + الحجم المطلق للماء + الحجم المطلق للهواء)

٨- تحسب العبوات على أساس أن الركام الكبير جاف.

٩- تجرى تعديلات (اذا استدعى الأمر) فى مكان العمل لضبط نسبة الماء للأسمنت للحصول على القوام المطلوب.

جدول رقم (٢-٤-٨) حجم الركام الكبير لكل وحدة حجوم من الخرسانة

المقاس الاعتبارى الأكبر للركام (مم)	حجم الركام الكبير لكل وحدة حجوم من الخرسانة لمعا_ات النعومه المختلفه للرمل			
	٢,٤	٢,٦	٢,٨	٣,٠٠
٩,٥٠	٠,٤٦	٠,٤٤	٠,٣٢	٠,٣٠
١٢,٥٠	٠,٥٥	٠,٥٣	٠,٥١	٠,٤٩
١٨,٠٠	٠,٦٥	٠,٦٣	٠,٦١	٠,٥٩
٢٥,٠٠	٠,٧	٠,٦٨	٠,٦٦	٠,٦٤
٣٧,٥٠	٠,٧٦	٠,٧٤	٠,٧٢	٠,٧٠
٥٠,٠٠	٠,٧٩	٠,٧٧	٠,٧٥	٠,٧٣
٧٥,٠٠	٠,٨٤	٠,٨٢	٠,٨٠	٠,٧٨
١٥٠,٠٠	٠,٩٠	٠,٨٨	٠,٨٦	٠,٨٤

الحجوم المذكوره فى الجدول رقم (٢-٤-٨) مأخوذه من نتائج اختبارات عمليه لتعطى خرسانه ذات درجة تشغيل ملائمه لنوع المنشأ. وفى أعمال الرصف تزاد هذه الحجوم بمقدار ١٠٪ حيث أن درجة التشغيل أقل نسبيا.

مثال لتصميم الخلطة الخرسانية:

المطلوب تصميم خلطة خرسانية ، وقد حددت المواصفات مقاومة الخرسانة المتصلده بعد ٢٨ يوماً بالقيمة ٢٤٥كجم/سم^{٢}.

- هبوط القوام = ٧,٥ سم ...... جدول (٢-٤-٤) .
- المقاس الأعتبارى الأكبر للركام = ٣,٧٥سم جدول (٢-٤-٦).

- الماء للمتر المكعب من الخرسانة = ١٧٨ لتر جدول (٢-٤-٧).
- الهواء المحبوس المحتمل وجوده = ١٪ جدول (٢-٤-٧).
- نسبة الماء/الأسمنت = ٢٩ لتر/ شيكارة جدول (٢-٤-٥).
- عدد شكائر الأسمنت = ٢٩/١٧٨ = ٦ شيكارة /م٣ خرسانة.
- حجم الأسمنت = ٣,١٥/٣٠٠ = ٩٥ لتر/م٣ خرسانة. (حيث أن الوزن النوعى للأسمنت ٣,١٥) .
- حجم الركام الكبير = ٠,٧٢م٣ خرسانة جدول (٢-٤-٨)، (حيث أن معاير النعومة للرمل = ٢,٨).
- وزن الركام الكبير= ٠,٧٢ × ١٦٠٠ = ١١٥٠ كجم، (حيث الوزن الحجمى للركام الكبير = ١٦٠٠ كجم/م٣)
- الحجم المطلق للركام الكبير = ١×٢,٦٨/١١٥٠ = ٤٣٠لتر/م٣ خرسانة. (حيث أن الوزن النوعى للركام الكبير ٢,٦٨) .
- الحجم المطلق للهواء المحبوس = ١٠٠٠ × ٠,٠١ = ١٠ لتر
- الحجم المطلق للركام الصغير = ١٠٠٠ - (٩٥ + ١٧٨ + ٤٣٠ +١٠)

= ١٠٠٠ - ٧١٣ = ٢٨٧ لتر

- وزن الركام الصغير = ٢٨٧ × ٢,٦٥ ×١ = ٧٦٠كجم (حيث أن الوزن النوعى للركام الصغير ٢,٦٥)

نسب المتر المكعب من الخرسانة بالوزن

ماء	:	أسمنت	:	رمل	:	زلط
١٧٨ لتر	:	٣٠٠كجم	:	٧٦٠كجم	:	١١٥٠كجم
٠,٥٩	:	١	:	٢,٥٣	:	٣,٨٣

الباب الثالث

الخلطات الاسفلتية (Asphalt Paving Mixtures)

٣–١ انواع الخلطات الاسفلتية

تتقسم الخلطات الاسفلتية طبقا لنوع الطبقة المستخدمة في الرصف الاسفلتي الى الأنواع الاتية:

٣–١–١ : طبقات الدهان.

- طبقة الدهان الاولى (طبقة التشريب).
- طبقة اللصق.

٣–١–٢ : طبقة المعالجة السطحية.

- طبقة المعالجة السطحية (طبقة واحدة).
- طبقة المعالجة السطحية (طبقتين).
- طبقة المعالجة السطحية (ثلاث طبقات).

٣–١–٣ مخلوطات رملية.

٣–١–٤ الطبقة الرابطة.

٣–١–٥ طبقة المكدام سابقة الخلط.

٣–١–٦ الطبقة السطحية.

٣-١-٧ تثبيت التربة.

ويتم استخدام الانواع السابقة في الرصف طبقا لمقتضيات التصميم على انه قد يطلب انشاء الطريق من عدة طبقات اسفلتية وذلك بما يوائم حالة طبقة التاسيس للطريق وكذلك نوع الطريق ودرجته والاحمال المرورية الواقعة عليه.

وتنقسم الخلطات الاسفلتية طبقا لطريقة التشغيل الى :

أ- خلطات اسفلتية ساخنة : Hot Mixes

تستخدم الخلطات الاسفلتية الساخنة في انشاء طبقة اساس بيتوميني او طبقات تسوية او رابطة او دهان او سطحية وتتكون هذه المخلوطات من الاحجار المكسرة او الزلط الطبيعي او المكسر او الاحجار الطبيعية والرمل والبودرة واسفلت صلب ذو درجة الغرز المناسبة للبيئة ويتم فرش وهرس المخلوط بالسمك المقرر فوق سطح الطريق السابق اعداده سواء كان طبقة اساس او طبقة اسفلتية رابطة اوطبقة رصف من الخرسانة الاسمنتية او خلافه وذلك طبقا لهذه المواصفات وحسب ما هو منصوص عليها بالشروط الخصوصية للعملية.

هذا ويستخدم هذا النوع من الخلطات في الطرق ذات حجم المرور المتوسط والثقيل مثل الطرق السريعة والداخلية ذات كثافة المرور العالية وتكون المخلوطات الناتجة ذات سطح كثيف وجودة عالية.

ويوضح الجدول رقم (١-٥-٩) والوارد في الباب الأول من هذا الجزء تدرجات المواد التي تستخدم في طبقات الخلطات الاسفلتية على الساخن (التسوية والاساس والدهان) .

ب - خلطات اسفلتية باردة Cold Mixes

تستخدم الخلطات الاسفلتية الباردة في انشاء طبقات الترميم والرابطة والسطحية وتتكون هذه المخلوطات من الاحجار المكسرة او الطبيعية والرمل والاسفلت السائل وتضاف البودرة احيانا ثم يتم الفرش والهرس على طبقة الاساس السابق اعدادها ونظرا لان هذا النوع من المخلوطات يستخدم فيها الاسفلت السائل فانه يجب ان يشتمل المخلوط على نسبة كبيرة من الفراغات

لضمان سرعة تطاير المذيب وتغطي هذه الطبقة عادة بطبقة دهان من الاسفلت السائل والرمل بعد بضعة اسابيع من فرش المخلوط وذلك لمنع تسرب مياه الامطار من السطح الى الاساس ولا يسمح بأى حال بوضع طبقة من الدهان قبل تماسك المخلوط .

ويستخدم هذا النوع من الخلطات في أعمال الصيانة وتغطية الطرق المستصلحة أو الصحراوية أو الداخلية بين القرى وبعضها والطرق ذات المرور المتوسط واحيانا في بعض الطرق ذات المرور الثقيل مع ملاحظة أن هذه الخلطات لا تعطي سطحا كثيفا.

٣-١-١ طبقات الدهان الاسفلتي

٣-١-١-١ طبقة الدهان الاولى "التشريب : "Prime Coat"

توضع هذه الطبقة فوق سطح الاساس الحبيبي حيث تخترق مسام الجزء العلوي من الطبقة وتقوي التماسك بين الاساس والطبقة الاسفلتية العلوية كما انها تكون طبقة عازلة لاختراق الماء ويستخدم الاسفلت من النوع السائل متوسط التطاير (MC) تبعا للخطوات التالية :

١- يجهز سطح اساس الطريق قبل اجراء عملية الدهان الاولى.

٢- يتم رش الاسفلت السائل بعد تسخينه الى درجات الحرارة المقررة والموضحة بالجدول (٣-١-١) وذلك بمعدل حوالي ١,٥ كجم / متر المسطح او بالنسبة المنصوص عليها بالشروط الخصوصية للعملية ويجب رش النسبة المقررة على دفعة واحدة او دفعتين ويجب ترك الطبقة الاسفلتية بدون المرور عليها لفترة لا تقل عن اربع وعشرين ساعة مع مداومة الصيانة بعد ذلك برشها بالمياه لحين وضع الطبقة الاسفلتية عليها.

٣-١-١-٢ طبقة اللصق : **"Tack Coat"**

وهي عبارة عن طبقة رقيقة من الاسفلت السائل سريع التطاير تستخدم في ربط طبقتين اسفلتيتين ويتم رش الاسفلت السائل بعد تسخينه الى درجات الحرارة المقررة والموضحة بالجدول رقم (٣-١-١) باستخدام رشاشات الاسفلت الميكانيكية بمعدل يتراوح بين (٠,٥٠ -١) كجم/ المتر المسطح او طبقا للشروط المنصوص عليها ويجب ان يكون الفاصل الزمني بين رش طبقة اللصق وفرش الطبقة السطحية الاسفلتية اكثر من ٣٠ دقيقة ولا يزيد عن معدل التشغيل اليومي للطبقة الاسفلتية.

جدول رقم (٣-١-١) درجات حرارة تشغيل أنواع الأسفلت

نوع الأسفلت			
		للخلط	للدهان
الأسفلت الصلب :			
٥٠-٤٠		١٦٥-١٥٠	نادرا ما يستعمل
٧٠-٦٠		١٦٢-١٣٥	١٦٥-١٤٠
١٠٠-٨٠		١٦٣-١٣٥	١٦٥-١٤٠
١٥٠-١٢٠		١٦٣-١٣٥	١٦٥-١٤٠
٣٠٠-٢٠٠		١٣٥-٩٣	١٦٣-١٢٦
أسفلت سائل سريع التطاير			
س.ت- صفر	R.C. - ٠	٤٩-١٠	٥٧-١٨
س.ت - ١	R.C. - ١	٥٢-٢٧	٨٢-٧
س.ت - ٢	R.C. - ٢	٦٦-٢٧	٩٩-٦٠
س.ت - ٣	R.C. - ٣	٧٩-٥٢	١٠٤-٢٧
س.ت - ٤	R.C. - ٤	٩٢-٦٦	١٢١-٨٢
س.ت - ٥	R.C. - ٥	١٠٧-٧٩	١٤٠-٩٢
	S. ١٢٥	١٢٠-٩٠	١٥٠-١١٠
أسفلت سائل متوسط التطاير			
م.ت - صفر	M.C. - ٠	٤٩-١٠	٦٠-١١
م.ت - ١	M.C. - ١	٦٦-٢٧	٨٥-٤٧
م.ت - ٢	M.C. - ٢	٨٢-٤٧	١٠٢-٦٠
م.ت - ٣	M.C. - ٣	٩٣-٦٦	١٢١-٨٠
م.ت - ٤	M.C. - ٤	١٠٧-٧٩	١٣٠-٨٨
م.ت - ٥	M.C. - ٥	١٢١-١٠٥	١٤٣-١٠٥
أسفلت سائل بطئ التطاير			
ب.ت - صفر	S.C. - ٠	٤٩-١٠	٦٠-٢١
ب.ت - ١	S.C. - ١	٩٣-٢٧	٨٥-٤٧
ب.ت - ٢	S.C. - ٢	٩٣-٦٦	١٠٢-٦٠
ب.ت - ٣	S.C. - ٣	١٢١-٧٩	١٢١-٨٠
ب.ت - ٤	S.C. - ٤	١٢١-٧٩	١٣٠-٨٨
ب.ت - ٥	S.C. - ٥	١٣٥-٩٣	١٤٣-١٠٥
مستحلب بيتوميني			
	R.S. - ١	غير مستعمل	٥٤-٢٤
	R.S. - ٢	غير مستعمل	٧١-٤٧
	M.S. - ١	٧١-٣٨	٧١-٣٨
	S.S	٥٤-٢٤	٣٤-٢٤
	S.S	٥٤-٢٤	٣٤-٢٤

لايسمح بالتشغيل اذا كانت درجة حرارة الجو ١٥ م وآخذه فى الهبوط وكذلك اذا كانت الظروف الجوية غير ملائمة كحالة الانذار بالمطر أو رياح شديدة.

٣-١-٢ طبقات المعالجة السطحية : (Surface Treatment)

الهدف من عملية المعالجة السطحية هو انشاء طبقة سطحية فوق الرصف القديم لمعالجة العيوب التي تظهر بالطبقة السطحية له، كما تستخدم في انشاء الطبقات الاسفلتية الجديدة على اساس من المواد الحجرية المتدرجة وتشمل :

١- رش طبقة من الاسفلت السائل او الصلب حسب ظروف العملية

٢- التغطية بطبقة من الاحجار الصلبة والتى يكون تدرجها من حجم واحد غليظ او متوسط او رفيع

وتسمى الطبقة تبعا لعدد مرات رش الاسفلت والسن وانواعها هى:

- المعالجة السطحية الاحادية Single Surface Treatment
- المعالجة السطحية الثنائية Double Surface Treatment
- المعالجة السطحية الثلاثية Triple Surface Treatment

ويوضح الجدول (١-٥-٧) والوارد في جزء الركام من هذا الجزء من الكود التدرجات الخاصة بالمواد الصلبة المستخدمة في هذه الطبقة.

٣-١-٣ مخلوطات رملية اسفلتية : "Sand Mixes"

وتشمل هذه المخلوطات طبقا لطريقة التشغيل ما يلي :

٣-١-٣-١ مخلوط رملي على البارد (الرمل والاسفلت السائل)

يتكون من خليط الرمل والاحجار او الزلط (بنسبة محدودة) والبودرة والاسفلت السائل من نوع سريع التطاير (س.ت) R.C او من نوع متوسط التطاير (م.ت) M.C حسب الدرجة التي ينص عليها دفتر الشروط وتتم عملية الخلط ميكانيكيا ويفرش على سطح الطريق السابق اعداده بالسمك والعرض المقرر.

ويوضح الجدول رقم (٣-١-٢) التدرج العام للمخلوطات الرملية على البارد.

٣-١-٣-٢ مخلوطات رملية ساخنة (مخلوطات على الساخن من الرمل والاسفلت الصلب)

تتكون من مخلوط على الساخن من الرمل المتدرج ونسبة من المواد الغليظة والبودرة - اذا لزم الامر - والاسفلت الصلب بالدرجة المنصوص عليها في الشروط الخاصة ويتم فرش وهرس المخلوط بالسمك المقرر فوق طبقة الاساس السابق اعدادها حسب المناسيب المقررة ويفرش المخلوط باستعمال ماكينة الفرش ويراعى ان يكون التدرج العام للمخلوط في حدود التدرج المبين بالجدول رقم (٣-١-٢).

جدول رقم (٣-١-٢) التدرج العام للمواد الصلبة الخاصة بالمخلوطات الرملية الباردة والساخنه

رقم المنخل / سعة المنخل	النسبة المئوية للمار بالوزن		
	تدرج (أ)	تدرج (ب)	تدرج (جـ)
٤/٣" (١٩مم)	١٠٠		
٢/١" (١٢,٥مم)	٨٥-١٠٠	١٠٠	
٨/٣" (٩,٥مم)	٧٥-١٠٠	٩٠-١٠٠	
رقم ٤ (٤,٧٥مم)	٥٠-٨٥	٧٥-١٠٠	١٠٠
رقم ١٠ (٢,٠٠مم)	٣٠-٧٠	٧٠-٩٠	٩٠-١٠٠
رقم ٤٠ (٠,٤٢٥مم)	١٥-٤٠	٣٠-٧٠	٤٥-٨٥
رقم ٨٠ (٠,١٨٠مم)	٨-٣٠	١٠-٤٠	١٠-٣٥
رقم ٢٠٠ (٠,٠٧٥مم)	٥-١٠	٥-١٢	٥-١٠

٣-١-٤ طبقة اسفلتية رابطة : **Binder (Base) Course**

تتكون الطبقة الرابطة (والمستخدمة بين طبقة الاساس وطبقة الرصف السطحية) من مخلوط اسفلتي على البارد او الساخن من الاحجار المكسرة او الطبيعية والرمل والاسفلت السائل من نوع سريع التطاير (س.ت-٤) RC-4 او

(س.ت–٥) RC-5 (في حالة الخلط على البارد) او الاسفلت الصلب ذو درجة الغرز المناسبة للبيئة (في حالة الخلط على الساخن) ويتم فرش وهرس المخلوط على طبقة الاساس السابق اعدادها وتوضح الجداول أرقام من (١–٥–٩) إلى (١–٥–١٥) في الباب الأول من هذا الجزء تدرجات المواد الصلبة للطبقة الرابطة على البارد وعلى الساخن.

٣–١–٥ طبقة المكدام السابقة الخلط : Premix Macadam

تشمل هذه المواصفات طريقة تنفيذ الطبقات الاسفلتية سابقة الخلط بمعدات الخلط الميكانيكية باضافة اسفلت صلب (ساخن) او اسفلت سائل (بارد) الى مواد حجرية متدرجة حادة الزوايا جيدة الالتصاق بالاسفلت ويتم فرشها بالات الفرش الميكانيكية لانشاء طبقة تحت السطحية وتستخدم معها في بعض الاحيان طبقة التعمية (الطبقة الختامية) وهي تتكون من مواد حجرية صلبة متدرجة حادة الزوايا جيدة الالتصاق بالاسفلت وتستخدم كطبقة احادية او ثنائية (وايضا في حالة تغطية اسفلت قديم به شرخ بغرض عدم انعكاس الشروخ على الطبقة السطحية) ويستخدم مع هذه الطبقة اسفلت سائل من نوع سريع التطاير ويكون معدل الرش (٠,٩ – ١,٢٥) كجم / م^{٢} وكمية الأحجار المستخدمة تتراوح بين (١٠,٨–١٣,٦) كجم/م^{٢} .

ويوضح الجدول (١–٥–١٣) بالجزء الخاص بالركام التدرج العام للمواد سابقة الخلط حيث يتم تحديد نسبة الاسفلت اللازمة باجراء اختبار المكافئ الكيروسيني طبقا للخطوات القياسية او باستخدام احدى المعادلات المعروفة والمحددة بكتاب " اعداد وتنفيذ مشروعات الطرق " للهيئة العامة للطرق والكباري وكذلك يوضح الجدول (١–٥–١٤) بالجزء الخاص بالركام تدرج الركام المستخدم للطبقة الختامية.

٣–١–٦ طبقة اسفلتية سطحية : Surface (Wearing)Course

تتكون الطبقة السطحية من مخلوط اسفلتي على البارد او الساخن عبارة عن مخلوط من الاحجار المكسرة او الطبيعية المتدرجة والرمل والبودرة

والاسفلت الصلب (لو كانت الخلطة على الساخن) ويتم فرش وهرس المخلـوط بالسمك المقرر فوق سطح الطريق السابق اعداده سـواء كـان طبقـة اسـاس او طبقة اسفلتية رابطة او طبقة رصف من الخرسانة الاسمنتية وخلافه وذلك طبقا للمواصفات والشروط المنصـوص عليها فـي دفتر شـروط العمليـة والتصميم الخاص لها.

ويتم حساب نسبة الاسفلت بـالمخلوط الاسفلتي للطبقـة السطحية (كنسبة مئوية من جملة وزن المواد الصلبة) باسـتخدام احـدى طـرق تصميم المخلـوط الاسفلتي على الساخن (طريقة مارشال) او باستخدام طريقة المعادلة الحسـابية والمنصوص عليها بكتاب اعداد وتنفيذ الطرق للهيئـة العامـةللطرق والكبـاري. ويوضح الجدول رقم (١-٥-٩) بالباب الأول من هذا الجزء تدرجـات المـواد الصلبة للطبقة السطحية على الساخن.

٣-١-٧ استخدام الاسفلت (أو البترول الخام) فى تثبيت التربة للميـول والاكتاف

يستخدم الاسفلت السائل من نوع متوسط التطاير (MC) مـن أحد الدرجـات (MC-0) أو (MC-1) أو (MC-2) أو البترول الخـام فـى تغطيـة سـطح أكتـاف الطريق وميوله ويرش (بعد التسخين اذا لزم الامر) بمعـدل ١,٥ كيلوجـرام/م^{٢} الا اذا نص على خلاف ذلك بدفتر الشروط الخصوصية للعملية .

٣-٢ المكونات

يعتبر الاسفلت احد المكونات الرئيسية للخلطة الاسفلتية ويتم تحديد نوع وكمية الاسفلت المستخدم طبقا للعوامل الاتية:

١- نوع الخلطة الاسفلتية   ٢- الغرض الذى يستخدم فيه.

٣-التدرج التصميمي للخلطة   ٤- طبيعة المواد المكونة للخلطة.

٣-٣ المعايير التصميمية للخلطات الأسفلتية

يوضح الجدول رقم (٣-٣-١) المعايير التصميمية للخلطات الأسفلتية طبقا لحجم المرور.

الخاصية	طريق خفيف المرور	طريق متوسط المرور	طريق كثيف المرور	نوع الطبقة
الثبات رطل	٦٠٠	٧٥٠	٩٠٠	سطحية
	٥٠٠	٦٠٠	٧٠٠	رابطة
الانسياب ١/١٠٠ بوصه	٨-١٦	٨-١٦	٨-١٦	
نسبة الفراغات بالمخلوط (٪)	٣-٥	٣-٥	٣-٥	سطحية
	٢-٨	٣-٨	١٥	رابطة
نسبة الفراغات بالمواد الصلبة (٪)	١٤	١٥	١٥	
عدد الدقات في اختبار مارشال	٣٥	٥٠	٧٥	

ويكون تحديد نسبة الأسفلت الواجب استعمالها طبقاً لنتائج هذه الاختبارات مع حدود سماح + ٢٥ ,. ٪ .

٣-٤ تصميم الخلطات الاسفلتية ومعادلات الخلط

٣-٤-١ تصميم مخلوط اسفلتي على البارد (للترميم والرابطة والسطحية)

يتم هذا النوع من المخلوطات طبقا للخطوات التالية :

١- يحدد التدرج المنخلي لعينات الاحجار المكسرة والرمل التي ستستخدم وذلك لاختيار نسب الخلط التي تحقق التدرج النهائي للمخلوط او يحدد التدرج اقرب ما يكون الى منحنى التدرج المتوسط المنصوص عنه في المواصفات

٢- تحدد افضل نسبة من الاسفلت التي تستخدم في الخلطة على أساس معامل المساحة السطحية وتتبع احدى الطرق الاتية :

٣-٤-١-١ طريقة المعادلة الحسابية

ن = ٠,٠٣٥ أ + ٠,٠٤٥ ب + ٠,١٥ جـ (النسبة ١١-١٥٪ ماره من المنخل رقم ٢٠٠)+ف

أو

ن = ٠,٠٣٥ أ + ٠,٠٤٥ ب + ٠,١٨ جـ (النسبة ٦-١٠٪ ماره من المنخل رقم ٢٠٠)+ف

أو

ن = ٠,٠٣٥ أ + ٠,٠٤٥ ب + ٠,٢٠ جـ (النسبة ٥٪ أو أقل ماره من المنخل رقم ٢٠٠)+ف

حيث : ن = نسبة الاسفلت بالنسبة للوزن الكلي للمخلوط

أ = نسبة المواد المحجوزة على المنخل رقم (٨)

ب = نسبة المواد المارة من المنخل رقم (٨)
ومحجوزة على المنخل رقم (٢٠٠)

جـ = نسبة المواد المارة من المنخل رقم (٢٠٠)

ف = مقدار متغير يتغير حسب الحالات الاتية

- الخبرة المحلية
- نوع الاحجار وقابليتها للتشرب بالاسفلت

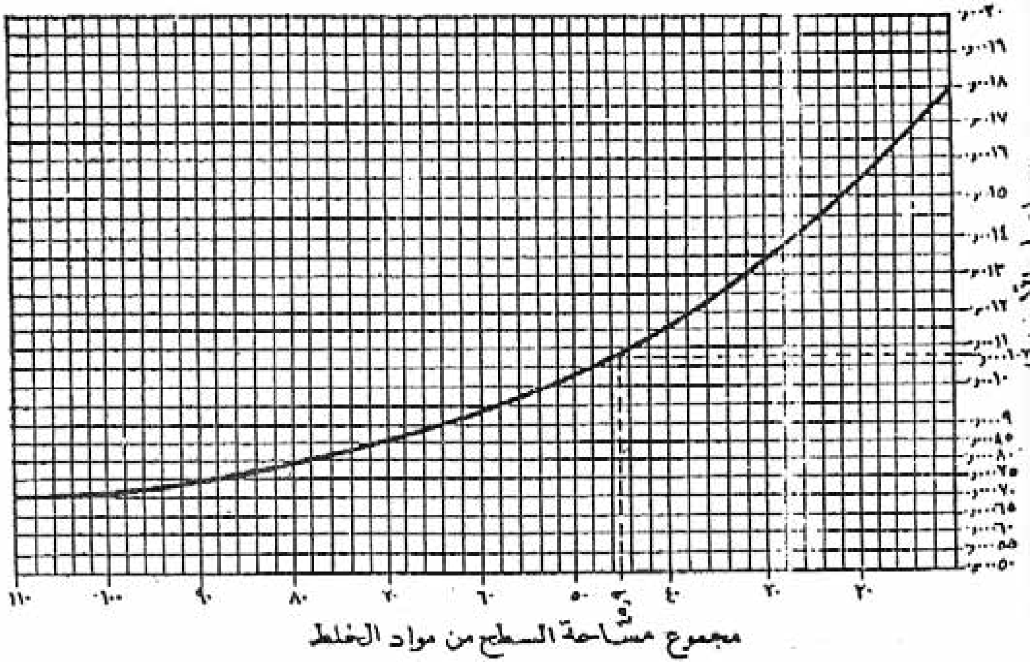
- بالنسبة لانواع الاسفلت السائل SC-2 فان المعامل (أ) يعدل الى ٠,٠٢ واما بالنسبة لانواع الاسفلت الاثقل تتراوح قيمة هذا الثابت بين ٠,٠٠٢ و ٠,٠٣٥ طبقا للكمية الفعلية المتبقية من الاسفلت السائل.
- تجرى بعض التعديلات حسب نوع الاحجار من ناحية الوزن النوعي وما اذا كانت خفيفة او ثقيله اذ ان المعادلة موضوعة على اساس وزن نوعي متوسط يتراوح ما بين ٢,٦ - ٢,٧ وتتراوح قيمة (ف) من صفر (فى حالة الأسفلت السائل SC-2) الى ١,٥٪ وتصل في حالات كثيره الى ٢٪ بالنسبة للاحجار ذات التشرب العالية وفي حالة عدم معرفة الخواص الاخرى تؤخذ قيمة (ف) من ٠,٧٪ الى ١٪ لتغطي اغلب الحالات.

وبناء عليه تصبح المعادله فى حالة الأسفلت السائل كما يلى:

ن = ٠,٠٢ أ + ٠,٠٤٥ ب + ٠,٢ جـ

٣-٤-١-٢ طريقة المساحة السطحية :

- تتلخص هذه الطريقة في ايجاد المساحة السطحية للمواد المستخدمة من واقع تدرجها وذلك من واقع ثوابت سبق تحديدها رياضيا وهي عبارة عن المساحة السطحية بالقدم المربع لرطل من المواد باعتبارها كروية ذات اقطار متساوية تمثل المتوسط الرياضي لفتحتي منخلين متتاليين.
- يقسم رطل واحد من المواد المطلوب تحديد مساحتها السطحية بالنسبة لتدرجها وتضرب كل نسبة واقعة بين المنخلين في الثابت المناظر لها وبذلك يمكن تحديد المساحة السطحية ويوضح الشكل رقم (٣-٤-١) منحنى حساب كمية الاسفلت والجدول رقم (٣-٤-١) عملية التحليل المنخلي والمساحة السطحية للرمل.
- وهناك علاقة بين المساحة السطحية وما يسمى بمعامل الاسفلت وهو عبارة عن وزن الاسفلت بالرطل اللازم لتغليف قدم مربع من المواد ويختلف هذا المعامل حسب نعومه وخشونة سطح المواد ولذلك فهناك عشرة منحنيات وقد اختير المنحنى المتوسط المبين بالشكل لطريقة الحساب.
- تكون النسبة المئوية للاسفلت بالنسبة للمواد الصلبة = المساحةالسطحية X معامل الاسفلت
- يمكن تحويل النسبة المئوية الى الوزن اللازم للاسفلت للمتر المكعب الواحد للمواد الصلبة اذا عرف وزن المتر المكعب لهذه المواد.



شكل رقم (٣-٤-١) منحنى حساب كمية الأسفلت

جدول رقم (٣-٤-١) عملية التحليل المنخلى والمساحة السطحية للرمل

عملية التحليل المنخلى للرمل A.S.T.M		نسبة كل حجم من أحجام مواد	الثبات للمساحة السطحية بالقدم	المساحة السطحية لرطل واحد	ملاحظات
يمر من المنخل	يحجز على المنخل	الخلط لعينة وزنها رطل واحد	المربع لكل رطل من مواد الخلط	بالقدم المربع	
٢٧٠			٢٥٠		
٢٠٠	٢٧٠		٢٥٠		
١٠٠	٢٠٠		١٢٠		
٨٠	١٠٠		٧٥		
٥٠	٨٠		٥٥		
٤٠	٥٠		٣٦		
٣٠	٤٠		٢٧		
٢٠	٣٠		١٨		
١٠	٢٠		١١		
٨	١٠		٥		
٤	٨		٥		
"١/٤	٤		٥		
"١/٢	"١/٤		٣		
"٣/٤	"١/٢		٣		
"١	"٣/٤		٣		
"١,٥	"١		٣		
المجموع	%١٠٠		مجموع مساحة السطح بالقدم المربع		

معادلة حساب كمية الأسفلت

كمية الأسفلت لرطل واحد = المجموع الكلى للثوابت لرطل واحد X المعامل البيان لرطل واحد

كمية الأسفلت لكيلوجرام واحد = المجموع الكلى للثوابت لرطل واحد X المعامل البيان لرطل واحد X ٢,٢٠٤

كمية الأسفلت بالكيلوجرام للمتر المكعب من الرمل = المجموع الكلى للثوابت X المعامل البيـــان X وزن وحـــدة الحجوم للمتر المكعب من الرمل

= الوزن النوعى الظاهرى X مجموع المساحة السطحية X معامل الأسفلت

٣-٤-٢ تصميم مخلوط اسفلتي على الساخن (طريقة مارشال)

تغطي هذه الطريقة تصميم مخلوط اسفلتي على الساخن مع قياس مقاومة الانسياب اللدن للعينات الاسطوانية من مخلوطات الرصف البيتومينية وذلك طبقا للاختبار القياسي (ط ٢٣١ للهيئة العامة للطرق والكباري لعام ١٩٩٠) وفي هذه الطريقة توقع منحنيات كما هو مبين في الشكل رقم (٣-٤-٢) تربط نسبة الاسفلت المختلفة مع الآتي :

أ- مقدار الثبات بالكيلو جرام

ب- وزن وحدة الحجوم (طن /.متر مكعب)

ج- نسبة الفراغات الكلية بالمخلوط الاسفلتي (نسبة مئوية)

د- نسبة الفراغات بالمواد الصلبة (نسبة مئوية)

هـ- مقدار الانسياب بالملليمتر

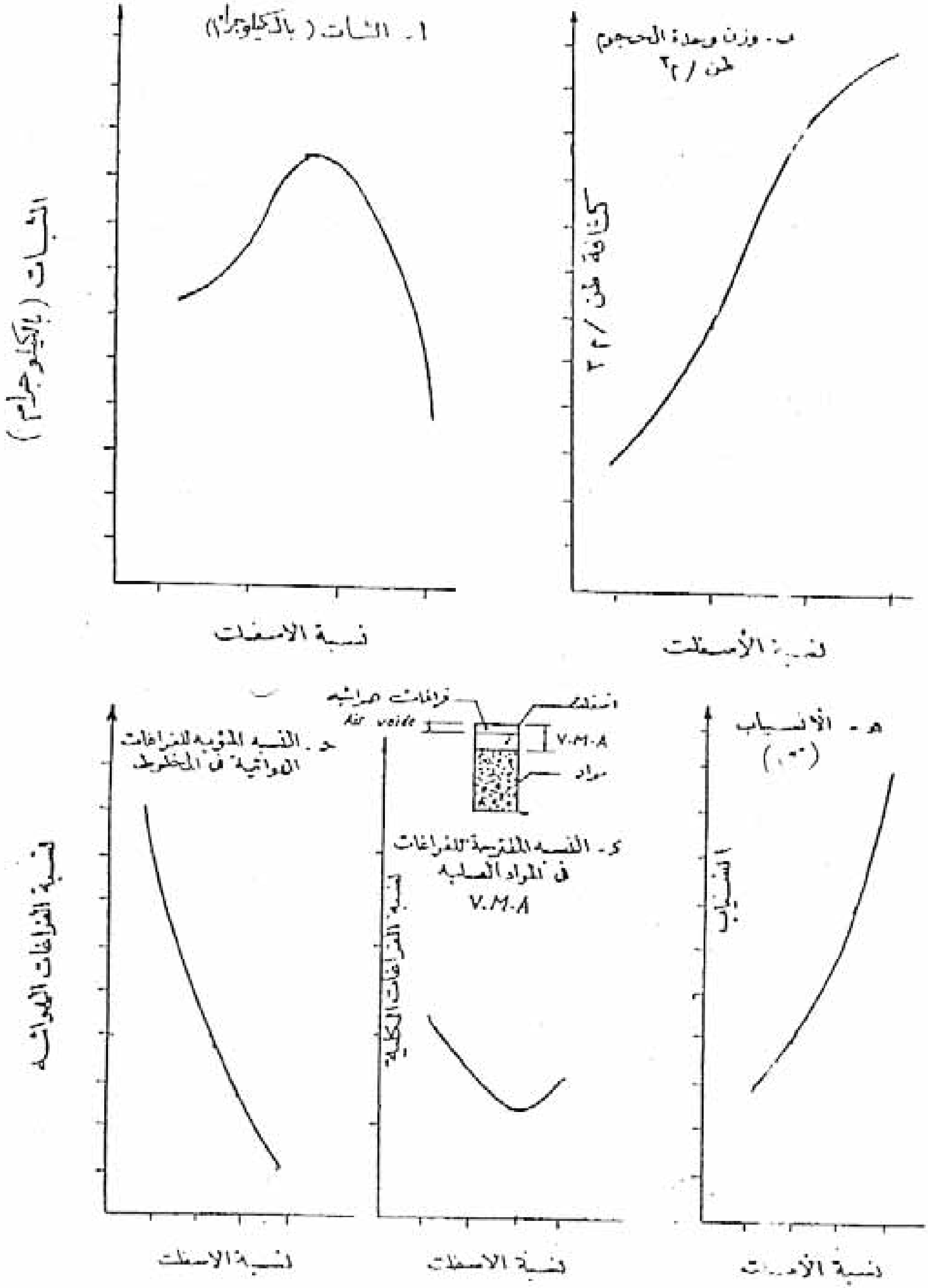
ثم تختار نسبة الاسفلت التي تحقق الخواص التالية :

أ - اعلى ثبات

ب- اكبر وزن وحدة حجوم

جـ- نسبة الفراغات من ٣-٨٪ بالنسبة للطبقة الرابطة ومن ٣-٥٪ بالنسبة للطبقة السطحية.

ويجب أن يحقق المخلوط الخصائص المذكورة فى الجدول رقم (٣- ٣- ١).



شكل رقم (٣-٤-٢) مثال لمنحنيات طريقة مارشال

٣-٤-٢-١ حساب الكثافات النظرية والفراغات

أ- حساب الكثافة النوعية المجمعة للمواد الصلبة:

الكثافة النوعية المجمعة للمواد الصلبة المجمعة (المتوسطة)

$$= \frac{100}{(و١ \backslash ك١) + (و٢ \backslash ك٢) + (و٣ \backslash ك٣) + (و٤ \backslash ك٤)}$$

حيث و١، و٢ ، و٣ ، و٤ = نسبة من المائة لاوزان المواد الصلبة فى المخلوط الأسفلتى (السن الغليظ والرفيع والرمل والبودرة)

ك١ ، ك٢ ، ك٣ ، ك٤ = الكثافات النوعية الفعالة للمواد الصلبة

ب- حساب الكثافات النظرية عند النسب المختلفة للاسفلت كما يلي :

$$\text{الكثافة النظرية للمخلوط الاسفلتي} = \frac{100}{(و م \backslash ك_{متوسط}) + (و ب \backslash ك ب)}$$

حيث: و ب = نسبة الاسفلت في المائة

و م = نسبة المواد الصلبة في المائة

ك ب = الكثافة النوعية للاسفلت

ك متوسط = الكثافة النوعية المتوسطة للمواد الصلبة

جـ- حساب نسبة الفراغات الهوائية كما يلي:

$$\text{نسبة الفراغات الهوائية بالمخلوط} = \left(1 - \frac{\text{الكثافة الحقيقية}}{\text{الكثافة النظرية}}\right) \times 100$$

د- حساب نسبة الفراغات بالمواد الصلبة:

وهي تساوي الحجم الكلي المضغوط للخرسانة الاسفلتية مطروحا منه حجم المواد الصلبة محسوبا من الكثافة النوعية الكلية.

او نسبة الفراغات بالمواد الصلبة

= نسبة حجم الاسفلت المؤثر + نسبة حجم الفراغات الهوائية

او نسبة الفراغات بالمواد الصلبة

= ١٠٠ - المواد الصلبة في المائة X (الكثافة الحقيقية \الكثافة المجمعة للمواد الصلبة)

٣-٤-٣ تقدير محتوى الأسفلت للمخلوطات باستخدام معامل المكافئ الكيروسينى

"Estimated Asphalt Content by the Centrifuge Kerosene Equipment"

٣-٤-٣-١ المجال :

يستخدم هذا الاختبار لتقدير نسبة الاسفلت المثلى للمخلوطات الاسفلتية باستخدام المساحة السطحية المحسوبة ومعامل المكافىء الكيروسينى CKE ومجموعة من الرسوم البيانية .

٣-٤-٣-٢ الجهاز والادوات المستخدمة :

- جهاز لتقسيم العينات للحصول على عينة ممثلة للركام المستخدم .
- وعاء بقطر ٤,٥" وعمق ١" .
- كيروسين (١ جالون) .
- كأس زجاجى سعة ١,٥ لتر .
- قمع زجاجى قطر ٣,٥ بوصة .
- ساعة للميقات .

- جهاز دوار مركزى (بقوة تعادل ٤٠٠ مرة قوة الجاذبية) .
- ورقة ترشيح بقطر ٥,٥ سم .

٣-٤-٣-٣ حساب المساحة السطحية :

تحسب المساحة السطحية للركام المستخدم عن طريق المعادلة الآتية :

المساحة السطحية = النسبة المئوية للمار من كل منخل × معامل المساحة السطحية .

ويؤخذ معامل المساحة السطحية باستخدام الجدول الآتى :

معامل المساحة	رقم المنخل / سعة الفتحات									
	٣/٤" ١٩مم	٣/٨" ٩,٥	رقم ٤ ٤,٧٥ مم	رقم ٨ ٢,٣٦ مم	رقم ١٦ ١,١٨ مم	رقم ٣٠ ٠,٦٠ مم	رقم ٥٠ ٠,٣٠ مم	رقم ١٠٠ ٠,١٥٠ مم	رقم ٢٠٠ ٠,٠٧٥ مم	رقم ٢٧٠ ٠,٠٥٣ مم
السطحية	*	*	٢	٤	٨	١٤	٣٠	٦٠	٨٠	١٠٠

* تؤخذ هذه القيم للمار من المنخل أكبر من "٤" بقيمة "٢" .

٣-٤-٣-٤ تعيين قيمة CKE

- يوضع ١٠٠ جم من الركام المستخدم والجاف [المار من المنخل رقم ٤ (٤,٧٥ مم)]فى الوعاء الدوار والمثبت به المنخل وورقة الترشيح .
- يدار الوعاء لمدة دقيقتين بقوة تعادل ٤٠٠ مرة قوة جاذبية الثقل أو يدار يدويا بمقدار ٤٥ لفة / دقيقة .
- يوزن الركام ثم تحسب نسبة الكيروسين الممتصة كنسبة مئوية بالوزن من الوزن الجاف للركام وتعرف هذه النسبة بقيمة CKE

ملحوظة : – للدقة يفضل حساب هذه النسبة مرتين واخذ القيمة المتوسطة .

٣-٤-٣-٥ تعيين السعة السطحية للركام الخشن :

- ضع ١٠٠ جم من الركام الجاف الخشن [المار من المنخل ٣/٨" (٩,٥ مم) ومحجوز علي المهزة رقم "٤" (٤,٧٥ مم) وتوضع هذه الكمية فى القمع الزجاجى .
- يغمر القمع فى كأس يحتوى على الزيت رقم ١٠ (SAE No. 10) فى جو المعمل العادى لمدة ٥ دقائق تقريباً .
- يزال القمع والعينة من الزيت وتشطف بالماء لمدة ١١٥ دقيقة – المسخن لدرجة ٦٠ م° (١٤٠ف°) .
- توزن العينة وتحسب كمية الزيت الممتصة كنسبة مئوية من وزن الركام الجاف .

ملحوظة :- للدقة يفضل حساب هذه النسبة مرتين وأخذ القيمة المتوسطة .

٣-٤-٣-٦ تعيين نسبة الاسفلت المثلى :

- فى حالة الركام الناعم يستخدم CKE والشكل البيانى رقم (٣-٤-١) لحساب ثابت السطح Kf للركام الناعم.
- فى حالة الركام الخشن يستخدم نسبة الزيت والشكل البيانى رقم (٣-٤-٢) لحساب ثابت السطح Kc للركام الخشن .
- استخدم القيم Kc & Kf فى حساب ثابت السطح Km للركام الناعم والخشن معا باستخدام الشكل رقم (٣-٤-٣).
- استخدم القيم السابقة لحساب نسبة الاسفلت الفضلى على اساس استخدام الاسفلت السائل ذو اللزوجة فى درجة ٦٠م تتراوح بين (١٠٠-٥٠٠) ث لزوجة سايبولت فيرول باستخدام الشكل رقم (٣-٤-٤) .
- تعدل هذه النسبة لنوع الاسفلت المستخدم فعليا فى المخلوط الأسفلتى باستخدام الشكل رقم (٣-٤-٥) مع مراعاة الآتى :

أولاً : – اذا كانت كل من قيم Kc & Kf متساويتين :

وفى هذه الحالة يتكون المخلوط من ٨٥٪ تدرج ناعم ويستخدم فيها قيم CKE الشكل رقم (٣-٤-٤) Scales A, B, C لتقدير نسبة الاسفلت (على اساس اسفلت سائل).

ثانياً :– اذا اختلفت قيم Kc & Kf :

وفى هذه الحالة يتكون المخلوط من أحجار غير متماثلة فى حالة السطح ونسبة الامتصاص وتستخدم المساحة السطحية المحسوبة Km والشكل رقم (٣-٤- ٥ ، ٣-٤- ٦) (Scales D& B) لحساب نسبة الاسفلت علىاساس الاسفلت السائل.

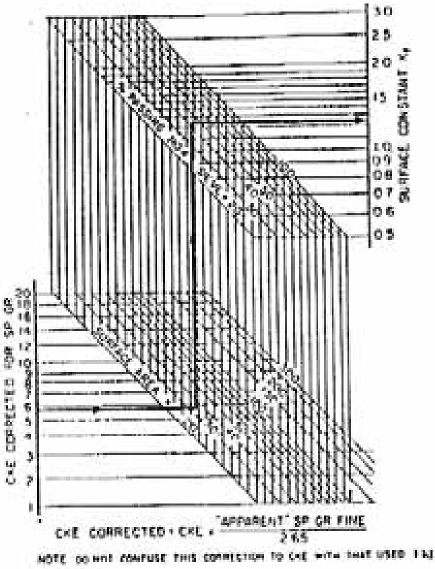
أخيرا تحسب نسبة الاسفلت ممن النوع المستخدم فعلياً فى الخلطة كما ذكر سابقاً باستخدام الشكل رقم (٣-٤-٥)

مثال :

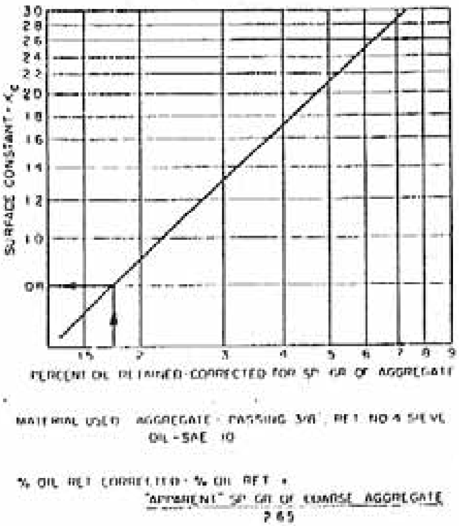
اذا كان نوع الاسفلت المستخدم فى الخلطة هو نوع ٨٥/١٠٠ وكان:

- الوزن النوعى للركام الخشن = ٢,٤٥
- الوزن النوعى للركام الناعم = ٢,٦٤
- نسبة المواد المارة من المنخل رقم ٤ (٤,٧٥ مم) = ٤٥ ٪
- الوزن النوعى المتوسط = ١٠٠/(٥٥/٢,٤٥)+(٤٥/٢,٦٤)
- المساحة السطحية للركام = ٣٢,٤ قدم٢/ رطل .
- قيمة CKE = ٥,٦
- نسبة الزيت الممتصة = ١,٩ (الاصلية ١,٧ وصححت باستخدام الشكل رقم (٣-٤-٢)
- من الشكل (٣-٤-١) Kf = ١,٢٥
- من الشكل (٣-٤-٢) Kc = ٠,٨

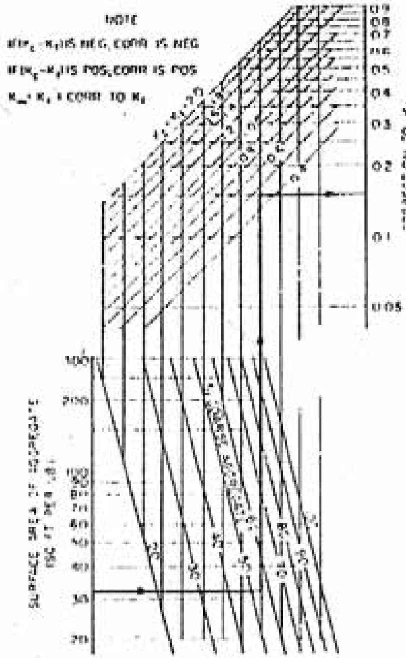
- من الشكل (٣-٤-٣) Km = ١,١
- من الشكل (٣-٤-٤) نسبة الاسفلت (على اساس الاسفلت السائل) = ٤,٦ ٪ (من جملة وزن المواد الصلبة).
- من الشكل (٣-٤-٥ ، ٣-٤-٦) نسبة الاسفلت (على اساس الاسفلت ٨٥/١٠٠) = ٥,٧ ٪ (من جملة وزن المواد الصلبة).



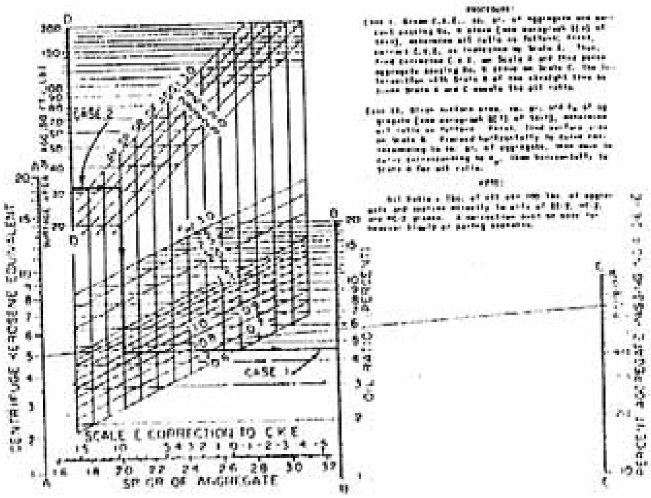
شكل رقم (٣-٤-١) لتعيين المعامل Kf



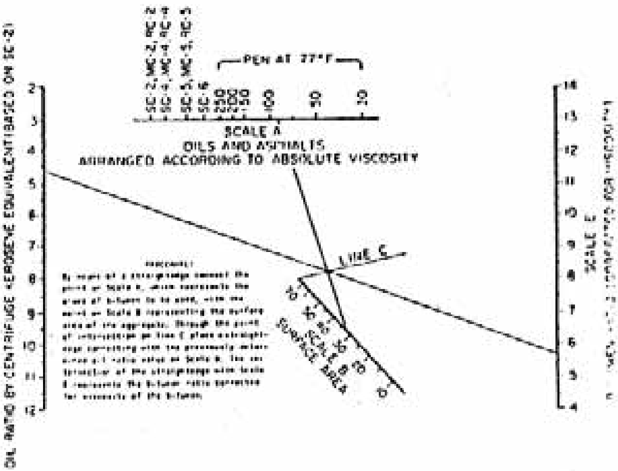
شكل رقم (٣-٤-٢) لتعيين المعامل Kc



شكل رقم (٣-٤-٣) لتعيين المعامل Km



شكل رقم (٣-٤-٤) لتعيين نسبة الأسفلت للمخلوطات (على أساس أسفلت سائل)



شكل رقم (٣-٤-٥) تصحيح نسبة الأسفلت طبقا للنوع المستخدم فى الخلطه الأسفلتيه

٣-٤-٤ تصميم مخلوط اسفلتي على الساخن (طريقة فيم)

تستخدم طريقة فيم في تحديد مقاومة التشكل والتماسك للمخلوطات الاسفلتية بعد تصميمها بالطريقة القياسية الخاصة الموضحة باختبار اعداد عينات المخلوطات الاسفلتية المدموكة باستخدام جهاز كاليفورنيا للعجن ولذلك تم وضع هذا الاختبار (فيم) كاحد بنود الاختبارات القياسية للخلطات الاسفلتية (ط ٢٢٣ للهيئة العامة للطرق والكباري ١٩٩٠)

الباب الرابع

مواد اللحامات وملء الفواصل

تنقسم مركبات أو مواد ملء الفواصل واللحامات الى :

١- مركبات ملء الفواصل للرصف الاسفلتي

Set Paving Joint Sealing Compounds

٢- مركبات ملء الفواصل للخرسانة الاسمنتيه

Concrete Joint Sealing Compounds

٣- مركبات ملء الفواصل بين القضبان الحديدية

Rail Joint Sealing Compounds

٤- مركبات ملء الفواصل لمقاومة الوقود

Fuel Resistant Joint Sealing Compound

وتنقسم مواد ملء الفواصل ذات الاساس البيتوميني الى الانواع الاتية :

٤-١ المواد سابقة الاعداد لملئ فواصل التمدد الخرسانية

Preformed Expansion Joint Filler For Concrete

تتكون هذه المواد من ماستيك بيتوميني محصور بين طبقتي نسيج او الياف زجاجية مشبعة بالبيتومين (ويتكون الماستيك البيتوميني من بيتومين مضاف اليه مواد معدنية مالئة والياف للتقوية) . ويوضح الجدول رقم (٤-١-١) مواصفات هذه المواد طبقا للمواصفات القياسية لكل من الجمعية الامريكية لإختبار المواد (ASTM D 994 - 90) وايضا المواصفات القياسية للاتحاد الامريكي لمسئولي الطرق والنقل بالولايات المتحدة (AASHTO M 173-90) .

جدول (٤-١-١) المواصفات القياسية للمواد ذات الأساس البيتوميني والسابقة الأعداد لملئ فواصل التمددالخرسانية

الخصائص	الحدود القياسية	
الالتواء (Distortion) في ٢٥°م	لا يزيد مقدار الألتواء عن ٢٥مم	
التقصف (Brittleness)	لا تتعرض للتقصف أو التكسير أو الانقسام	
امتصاص الماء (Water Absorption)	لا يزيد مقدار امتصاص الماء عن النسبة المحددة طبقاً لسمك الفاصل كما يلى وبشرط أن يكون سمك مادة الملئ اكبر من ٩,٥مم	
	سمك الفاصل (مم) بوصه	نسبة الامتصاص للماء (حد أعلى)
	١" (٢٥مم)	٢,٥
	٣/٤" (١٩مم)	٣,٠
	١/٢" (١٢,٥مم)	٤,٠
	٣/٨" (٩,٥مم)	٥,٠
– الضغط (Compression)	لا يزيد الحمل المستخدم فى ضغط المادة الى نصف سمكها (لا يقل عن ١٣مم) عن ٥١٧١ كيلو باسكال ولا يقل عن ٦٨٩ كيلو باسكال (من ١٠٠-٧٥٠ باوند/بوصه مربعة)	

٤-٢ المواد المرنة لملئ الفواصل الخرسانية (للاستخدام على الساخن)

Concrete Joint Sealer , Hot Poured Elastic Type

تغطي هذه المواصفات مواد حشو الفواصل الخرسانية للاستخدام على الساخن وذلك في حالات الرصف الخرساني والكباري واعمال الانشاء الاخرى ولابد ان تكون المادة قابلة للصب في الفاصل الخرساني وعندما تبرد

تكون مرنة ولاصقة بمادة الفاصل بحيث تمنع دخول المياه والمواد الغريبة لمادة الفاصل وايضا تتحمل التمدد والانكماش وتغير درجات الحرارة ومسار احمال المرور المختلفة وغير ذلك من الظروف الخاصة بالعمل. ويوضح الجدول رقم (٤-٢-١) مواصفات مواد ملئ الفواصل الخرسانية للاستخدام على الساخن وذلك طبقا لمواصفات
(AASHTO M 173 - 90 & ASTM D 1190 - 93)

جدول رقم (٤-٢-١) مواصفات المواد ذات الأساس البيتوميني للاستخدام على الساخن في ملء الفواصل الخرسانية

الخصائص	الحدود القياسية
نقطة الانسكاب (Pour point)	لا بد أن تكون المادة قابلة للإنسكاب (أو الصب في الفاصل الخرساني في درجة حرارة تقل بمقدار ١١°م (كحد أدنى) عن الدرجة القصوى التي يتم تسخين المادة عندها بحيث لا يتعدى مقدار الانسياب المقدار المسموح (٥مم)
- درجة الغرز (٢٥°م، ١٥٠جم، ٥ث) ٠,١مم	لا يزيد عن ٩٠
الانسياب (عند ٦٠°م، لمدة ٥ ساعات)مم	لا يزيد عن ٥
التماسك (Bond)	يجب الا تتشقق العينة أو تنفصل عن مادة الفاصل عند تعرضها لخمسة دورات متتالية من الشد والضغط عند درجة حرارة (١٧,٨°م)

٤-٣ المواد سابقة الاعداد لملئ فواصل التمدد للرصف الخرساني وللاعمال الانشائية (من النوع سهل التكيف والذى لا ينثق)

Preformed Expansion Joint Fillers For Concrete Paving And Structural Construction (Non-Extruding And Resilient Bituminous Types)

تتكون هذه المواد من الياف الخيرزان او أي الياف سليولوزية ومشبعة بالبيتومين مع تغطيتها من الوجهين بالياف زجاجية او مشبعة من الوجهين بمواد مالئة وبحيث تكون على هيئة الواح او شرائح ذات سمك مناسب. ويوضح الجدول رقم (٤-٣-١) خصائص هذه المواد طبقا للمواصفات القياسية لكل من

(AASHTO M 173 - 90 & ASTM D 1190 - 93)

٤-٤ مواد ملئ الفواصل الخرسانية (للاستخدام على البارد)

Concrete Joint Sealer , Cold Application Type

تتكون هذه المواد من الماستيك البيتوميني للاستخدام على البارد (او التسخين لدرجة حرارة لا تتعدى ٣٨° م) في اعمال الرصف الخرساني او الكباري او اعمال الانشاء الاخرى وبعد تعرضها للجو المحيط وتمام الجفاف فتكون مادة ملئ جيدة ولاصقة بمادة الفاصل وتمنع دخول المياه وغيرها الى مادة الفاصل. ويوضح الجدول رقم (٤-٤-١) المواصفات القياسيه لمواد ملئ لفواصل الخرسانية للاستخدام على البارد (ASTM D 1850 - 93) .

جدول رقم (٤-٣-١) مواصفات المواد سابقة الاعداد لملء فواصل التمدد للرصف الخرسانى وللأعمال الانشائية

الخصائص	الحدود القياسية
- التداول	لا بد أن تكون هذه المواد قابلة للمناولـة بحيث لا تتكسر أو تتقصف عند الثنى أو التعرض للظروف الجوية المختلفة
- الضغط	يتراوح قيمة الحمل اللازم لضغط عينة (يزيد سمكها عن ١٣مـم) الى ٥٠٪ من سمكها بين ٦٨٩-٥١٧١ كيلو باسكال (١٠٠-٧٥٠ باوند/ بوصة٢)
- البثق	لا يزيد مقدار البثق (عند اجراء اختبار الضغط وتعريض ثلاثة أبعاد للضغط وللأنفعال) للبعد الرابع عن ٦,٤مم (١/٤")
- الاستعادة	لا بد أن تعود العينة الى حالتها الأولى بنسبة لا تقل عن ٧٥٪ وذلك بعد إزالـة الحمل المستخدم فى اختبار الضغط تدريجياً فى زمن لا يتجاوز ١٠ دقائق
- الكثافة	لا تقل عن ٣٠٤ كجم/م٣ (١٩ باوند/ قدم٣) فى الهواء الجاف
- امتصاص الماء	لا يزيد نسبة امتصاص الماء لعينة مربعة موضوعة أفقياً تحت سـطح الماء بمسافة ٢٥مم (١") لمدة ٢٤ ساعة عن ١٥٪ ولا يزيد الحجم الكلى لها بأكثر من ٢٠٪
- محتوى البيتومين	تحتوى المادة على البيتومين بنسبة ٣٥٪ كحد أدنى
- مقاومة العوامل الجوية	مقاومة

جدول رقم (٤-٤-١) المواصفات القياسية لمواد ملئ الفواصل الخرسانية للاستخدام على البارد

الخصائص	الحدود القياسية
- درجة الغرز (٢٥°م، ١٥٠جم، ٥ث) ٠,١مم	لا يزيد عن ٢٣٥
- الانسياب (عند ٦٠°م لمدة ٥ ساعات)مم	لا يزيد عن ٥
- التماسك	لا تتشقق العينة أو تنفصل عن مادة الفصل عند تعرضها لخمسة دورات متتالية من الشد والضغط فى درجة حرارة - (١٧,٨°م)

٤-٥ اختبارات مواد اللحامات وملئ الفواصل (ذات أساس بيتومينى)

يوضح الجدول رقم (٤-٥) أرقام اختبارات مواد ملئ الفواصل الخرسانية فى كل من AASHTO , ASTM

جدول رقم (٤-٥-١) أرقام الاختبارات الخاصة بالمواد ذات الأساس البيتومينى المستخدمة فى ملئ الفواصل

نوع المادة المختبرة	رقم الاختبار فى المراجع الرئيسية	
	ASTM	AASHTO
- مواد ملئ الفواصل (للاستخدام على البارد)	D ١٨٥١	T ١٨٧
- مواد ملئ الفواصل (للاستخدام على الساخن)	D ١١٩١	T ١٨٧

الباب الخامس

خلطات اخرى

يوضح هذا البند المواصفات القياسية المصرية لاستخدام الاسفلت في صناعة طبقات تستخدم في اغراض العزل ضد الرشح والرطوبة ومياه الامطار والمياه الجوفية وفي أعمال المنشات بمختلف انواعها والمصانع والكباري والانفاق والاعمال الصناعية المختلفة.

كذلك يوضح هذا البند المواصفات القياسية لكل من الجمعية الامريكية للاختبار والمواد (ASTM D450 -93) والاتحاد الامريكي لمسئولى الطرق والنقل بالولايات المتحدة لاستخدام قطران الفحم الحجري في اعمال حماية الاسقف والعزل ضد الرطوبة والماء .

٥-١ طبقات بيتومينية على اساس من اللباد

وهي تتكون من شرائح اللباد المشبعه بمواد بيتومينية تجعلها غير منفذة للمياه كليا او جزئيا وتشمل الانواع الاتية:

- لباد بيتوميني مشبع
- لباد بيتوميني ذو سطح من الرمل الناعم
- لباد بيتوميني منهى ذاتيا
- لباد بيتوميني ذو سطح من الرمل الخشن
- لباد بيتوميني قوي
- لباد بيتوميني ذو سطح قوي

ويوضح الجدولان ارقام (٥-١-١) ، (٥-١-٢) المواصفات القياسية المصرية رقم ٧٧/١٣٩٥ للمواد المكونة لتلك الطبقات واوزان مكوناتها واطوال لفائف اللباد البيتوميني.

جدول رقم (٥-١-١) المواصفات القياسية المصرية للمكونات الاساسية للطبقات البيتومينيه على أساس من اللباد

المكون	المواصفات القياسية
- مادة الاساس	- ألياف حيوانية أو نباتية مصنعة في صورة شرائح جيدة الامتصاص وذلك بالوزن والسمك المناسبين
- مادة التشبع	- بيتومين ذو درجة غرز تتراوح بين ٦٠-٢٢٥ (في ٢٥°م)
- مادة التكسية	- بيتومين مؤكسد ذو درجة حرارة تطرية من ٨٠-١٢٠°م
- مادة المليء المعدنية	- مادة معدنية مناسبة مطحونة طحناً ناعماً بحيث يمر منها ما لا يقل عن ٦٠٪ بالوزن من منخل قياسي (٧٥ميكرون) ويمر منها ما لا يقل عن ٩٩٪ بالوزن من منخل قياسي (٢١٢ميكرون)
- مادة السطح	- تتكون من رمل ذو جودة مناسبة أو حبيبات معدنية أو أي مادة أخرى وذلك حسب نوع اللباد

جدول رقم (٥-١-٢) أوزان مكونات وأطول لفائف اللباد البيتوميني

نوع الصفيحة العازلة	الوزن الأدنى للمسح كجم / ١٠م٢	الطول الأدنى للفة م	الوزن الأدنى للأساس جم / م٢	الأوزان المستخدمة في التحليل: الأساس كجم/١٠م٢ (حد أدنى)	محتوى البيتومين كجم/١٠م٢ (حد أدنى)	مادة المالئ والسطح كجم/١٠م٢ (حد أدنى)
بيتومين مشبع	١٦,٠	١٠	٣٠	١,٥	٣,٠	-
- بيتومين ذو سطح من الرمل الناعم	١٧,٠	٢٠	٣٠٠	٢,٥	٧,١	رمل ٤,٥
- بيتومين منهى ذاتيا	٩,٠	١٠	١٦٠	١,٤	٤,٣	١,٠
	١٣,٠	١٠	٣٠٠	٢,٥	٧,١	١,٠
	١٨,٠	١٠	٤٠٠	٣,٤	٩,٨	١,٠
	٢٣,٠	١٠	٥٠٠	٤,٣	١٢,٢	١,٥
- بيتومين ذو سطح من الرمل الخشن	٢٠,٠	١٠	٤٢٠	٣,٠	٣,١	رمل ١٢,٠
	٣٠,٠	١٠	٤٠٠	٣,٤	٩,١	رمل ١٦,٥
- بيتومين ذو سطح معدنى	٣٦,٠	١٠	٤٧٠	٤,٠	١٩,٣	حبيبات معدنية ١٣,٥ رمل ١٢,٥
- بيتومين مقوى	١١,٠	٢٠	١٦٠ قماش جوت كجم/م ٠,١١	١,٤	٥,٢	١,٠

٥-٢ طبقات بيتومينية على اساس من الالياف الزجاجية

تتكون هذه الطبقات من الياف زجاجية مرتبطة بمادة راتنجية ولا تحتاج لعملية تشبع وتكسي بالمواد البيتومينية من كل الوجهين وتشمل الانواع الاتية :

- الياف زجاجية بيتومينية مغطاة بالرمل الناعم.
- الياف زجاجية بيتومينية مغطاة بحبيبات معدنية.
- الياف زجاجية بيتومينية ذات فتحات.

وتوضح الجداول ارقام (٥-٢-١) ، (٥-٢-٢) المواصفات القياسية المصرية رقم ٧٧/١٣٩٥ للمواد المكونة لهذه الطبقات وأوزانها وأطوال لفات هذه الطبقات.

جدول رقم (٥-٢-١) المواصفات القياسية المصرية للمواد المكونة للطبقات البيتومينية على أساس من الألياف الزجاجية

المكون	المواصفات القياسية
- الأساس	- ألياف زجاجية مرتبطة بمادة راتنجية على شكل شرائح بسمك حوالى ٠,٤مم
- مادة التكسية	- تتكون من بيتومين مؤكسد له درجة تطرية من ٨٠-١٢٠°م (باستخدام طريقة الكرة والحلقة ويمكن تثبيته بواسطة مادة ملئ معدنية مناسبة تتوقف نسبتها على درجة ووزن الشرائح المصنعة على ألا يزيد على ٤٠٪ بالوزن من مادة التكسية
- المادة المالئة	- تتكون المادة المالئة من مادة معدنية مناسبة يمر ما لا يقل عن ٦٠٪ من وزنها من منخل قياسي (٧٥ميكرون) ويمر ما لا يقل عن ٩٩٪ من وزنها من منخل قياسي (٢١٢ميكرون)

جدول رقم (٥-٢-٢) وزن المكونات وطول اللفات للطبقات البتومينية على أساس من الألياف الزجاجية

نوع الطبقة العازلة	الوزن الأسمى للمنتج كجم/١٠م٢	الطول الأسمى للفة م	الوزن الأسمى للأساس جم/م٢	الأوزان ناتجة بالتحليل		
				الأساس كجم/١٠م٢ (حد أدنى)	محتوى البيتومين كجم/١٠م٢ (حد أدنى)	مادة الملء والسطح كجم/١٠م٢ (حد أدنى)
- ألياف زجاجية بيتومينية مغطاة بالرمل الناعم	١٨,٠	٢٠	٤٠	٠,٣٤	٦,٨	رمل : ٦,٥
- ألياف زجاجية بيتومينية مغطاة بحبيبات معدنية	٢٧,٠	١٠	٤٠	٠,٣٤	٦,٢	حبيبات معدنية ١٣,٥ رمل : ٦
- ألياف زجاجية بيتومينية ذات فتحات	٣٢,٠	١٠	٤٠	٠,٣٤	٧,٢	حبيبات معدنية : ١٦رمل : ٢,٥

٥-٣ طبقات بيتومينية على اساس من الالياف النباتية او الحيوانية

وتشمل الانواع الاتية :

- طبقات بيتومينية (مانعة للرطوبة) على اساس من قماش الجوت.
- طبقات بيتومينية (مانعة للرطوبة) على اساس من قماش القطن.
- طبقات بيتومينية (مانعة للرطوبة) على اساس من الالياف.

ويوضح الجدولان رقمى (٥-٣-١) ، (٥-٣-٢) المواصفات القياسية المصرية رقم ١٣٩٥ / ٧٧ للمواد المكونة لتلك الطبقات وأوزان مكوناتها وأطوال لفات هذه الطبقات.

جدول رقم (٥-٣-١) المواصفات القياسية المصرية للمواد المكونة للطبقات البيتومينية على أساس من الألياف النباتية أو الحيوانية

المكون	المواصفات القياسية
- مادة الاساس	- أساس قماش الجوت يتكون من طبقة واحدة الذى يتراوح وزنه بين (٢٣-٣٠٥) جم/م٢ - أساس قماش القطن يتكون من طبقة واحدة - أساس الألياف وتتكون من شرائح مصنوعة من خليط من الألياف النباتية والحيوانية بحيث لا يقل وزنها التجارى عن ٠,٤ كجم/م٢
- مادة التشبع	- تتكون من بيتومين تتراوح درجة الغرز له من ٦٠-٢٢٥ (فى ٢٥°م)
- مادة التكسية	- تتكون من بيتومين مؤكسد ومثبت بإستعمال مادة معدنية وله درجة تطرية فى حدود ٧٠-٩٠°م (بإستخدام طريقة الكرة والحلقة) ويجب أن تحتوى مادة التكسية على (٣٠-٥٠٪) من وزنها من مادة المالئ المعدنية
- مادة المالئ المعدنية	- مادة معدنية مناسبة لا يقل ما يمر منها من منخل قياسى (٤٢٥ميكرون) عن ٩٩٪ وزناً ولا يقل ما يمر منها من منخل قياسى (٢٢٢ميكرون) عن ٥٠٪ بالوزن
مادة السطح	- رمل ناعم أو أى مادة أخرى مناسبة توضع بمعدل لا يقل عن ٠,٠٧ كجم/م٢

جدول رقم (٥-٣-٢) وزن المكونات وطول اللفات للطبقات البتومينية على أساس من الألياف النباتية والحيوانية

نوع الطبقة العازلة	الوزن الأسمى للأساس جم/م٢	الأوزان المستنتجة من التحليل			الحد الأدنى لوزن المادة الكاملة بخلاف التعبئة
		الأساس كجم/١٠م٢ (حد أدنى)	محتوى البيتومين كجم/١٠م٢ (حد أدنى)	مادة الحشو والسطح كجم/١٠م٢ (حد أدنى)	
- أساس قماش الجوت	٢٠٠	١,٥	١٧,٦	١٠,٥	٣٨
- أساس قماش القطن	١٠٠	٠,٩	١٩,١	١٣,٠	٣٣
- أساس ألياف	٤٠٠	٣,٤	١٦,٠	٧,٠	٣٣

٥-٤ طبقات بيتومينية على اساس معدنى

وتشمل الانواع الآتية :

- طبقات بيتومينية على اساس من الالومنيوم المكسي من جهة واحدة.
- طبقات بيتومينية على اساس من الالومنيوم المكسي من كل الوجهين.
- طبقات بيتومينية على اساس من قماش الجوت والالومنيوم.
- طبقات بيتومينية على اساس من الالياف والالومنيوم.
- طبقات بيتومينية على اساس من الاسبستوس والالومنيوم.

ويوضح الجدولان رقمى (٥-٤-١) ، (٥-٤-٢) المواصفات القياسية المصرية رقم ١٣٩٥ / ٧٧ للمواد المكونة وكذلك وزن وطول اللفات لذلك النوع من الطبقات.

جدول رقم (٥-٤-١) المواصفات القياسية للمواد المكونة للطبقات البيتومينية على أساس معدني

المكون	المواصفات القياسية
- الأساس	- أساس الالومنيوم يتكون من ألواح بسمك ٠,١ ، ٠,٢ مم ممتد بكامل عرض وطول اللفه ولا يقل وزنها التجارى عن ٠,٢٥ كجم/م٢ - أساس الأسبستوس : يتكون من ألياف ماصة لا يقل محتواها من الاسبستوس عن ٨٠٪ تحسب كوزن متبقي بعد حرق العينة ٤٥٠م لمدة ساعتين ولا يقل وزنه التجارى عن ٠,٦ كجم/م٢
- مادة التكسية	- يتكون من بيتومين مؤكسد تتراوح درجة حرارة التطرية له بين ٧٠-٩٠°م (بإستخدام طريقة الكرة والحلقة) ومثبت بإستعمال مادة ملء معدنية ويجب أن تحتوى مادة التكسية على ما لا يقل عن ٢٥٪ بالوزن من المادة المعدنية

جدول رقم (٥-٤-٢) وزن الطبقات البيتومينية على أساس معدنى

نوع الطبقة العازلة	الوزن الأسمى للأساس جم / م٢	الأوزان المستنتجة من التحليل			الحد الأدنى لوزن المادة الكاملة بخلاف التعبئة كجم/١٠م٢ (حد أدنى)
		الأساس كجم/١٠م٢ (حد أدنى)	محتوى البيتومين كجم/١٠م٢ (حد أدنى)	مادة العلى والسطح كجم/١٠م٢ (حد أدنى)	
- شرائح بيتومينية على أساس من الألومنيوم جهة واحدة	٢٥٠	٢,٥	٨,٠	٤,٥	١٥
- أساس الالومنيوم مكسى من الجهتين	٢٥٠	٢,٥	١٢,٠	٨,٨	٢٥
- أساس الأسبستوس	٦٠٠	٥,٣	٩,١	١٦,٠	٣٦
- أساس من قماش الجوت والألومنيوم	٢٠٠ ٢٥٠	١,٥ ٢,٥	١٤,٥	٨,٥	٣٥
- أساس من الألياف والألومنيوم	٤٧٠ ٢٥٠	٤,٠ ٢,٥	١٥,٢	٦,٠	٣٤
- أساس من الأسبستوس والألومنيوم	٦٠٠ ٢٥٠	٥,٣ ٢,٥	١٠,٧	٨,٨	٣٨

٥-٥ إختبارات الطبقات العازلة البتيومينية

تتم إختبارات الطبقات العازلة البتيومينية طبقاً للمواصفات القياسية المصرية كما هو موضح فى الجدول رقم (٥-٥-١).

جدول رقم (٥–٥–١) الإختبارات والمواصفات القياسية المصرية لإختبارات الطبقات العازلة البيتومينية

الإختبار	الطريقة والحدود القياسية للإختبار
١ – تقدير محتوى البيتومين	تجرى عملية إستخلاص للبيتومين بإزالته من العينات بإستخدام سوكست ويقدر وزن البيتومين بالكيلو جرام لكل ١٠م^{2} من المعادلة الآتية: وزن البيتومين بالكجم/١٠م^{2} = و$_{1}$×٠,٣٣٣ حيث (و$_{1}$) وزن البيتومين الذائب أثناء الإستخلاص
٢-وزن الأساس الخالي من الرطوبة بعد الإستخلاص	تؤخذ القطع من الأساس من ورق الترشيح ويزال من عليها أي مواد عالقة بها برفق وتوضع في جفنة وزنها معروف وتجفف لمدة ٣٥ دقيقة عند ١١٠م – ١١٥م وتبرد في مكان جاف ثم تـوزن ويقدر وزن الألياف كجم/١٠م^{2} من المعادلة الآتية : وزن الألياف بالكجم/١٠م^{2} = و$_{2}$×٠,٣٣٣ حيث (و$_{2}$) وزن القطع من الأساس بالجرام
٣ – المواد المعدنية ومواد تغطية السطح	يمكن الحصول عليها بطرح مجموع وزن البيتومين والأساس من الوزن الكلي ويقدر هذا الوزن بالكجم/١٠م^{2} من المعادلة الآتية : وزن المواد المعدنية بالكجم/١٠م^{2} = و$_{3}$×٠,٣٣٣ حيث (و$_{3}$) وزن المواد المعدنية بالجرام
٤ – الأنثنائية	يتم ثني العينات في درجة صفر مئوية خلال زمن قدره ٢ ثانية على مستوى هندسي مخروطي مدرج من ٢٥مم وعينات أخرى في درجة حرارة الغرفة على نفس المخروط ويجب عدم حدوث تشققات للعينة
٥ – مقاومة الحرارة	توضع العينات رأسية في مركز فرن في درجة ٨٠°م + ٣ لمدة ساعتين ويتم ملاحظة التسييل – ظهور بثور – إمتصاص البيتومين المغطى للعينة بواسطة طبقة الأساس – أنزلاق حبيبات السطح بحيث لا تظهر عيوب بالعينات
٦ – التسرب	تعرض العينات لضغط مناسب لمدة ساعة على الأقل ويجب ألا يحدث خلالها أي تسرب للمياه ويكون الضغط المطبق دالاً لسمك العينة كالأتي: سمك العينة (مم) — الضغط المطبق (نيوتن/م^{2}) ١,٠ — ٠,٢٥ ١,٥ — ٠,٣٠ ٢,٠ — ٠,٤٠ ٢,٥ فأكثر — ٠,٥٠
٧ – الفقد بالتسخين	توضع العينات في فرن عند حرارة ٨٠°م + ٣ لمدة ساعتين وتترك لتبرد داخل المجفف والفرق هو الفقد بالتسخين
٨ – قوة الشد	يتم شد العينات في إتجاه طول اللفة وعدد آخر في إتجاه العرض بحيث توضع أولاً في درجة حرارة ٢٥ م + ٣ لمدة ساعتين ويتم الشد بحيث تكون المسافة بين ماسكات الجهاز ٦٥مم ويكون كالتالي : المادة — الشد (طولياً) — الشد (عرضياً) خيش — ٦٠ — ٥٠ صوف زجاجي — ٦٠ — ٥٠ لباد — ٣٠ — ٢٥ الومنيوم — ٥٠ — ٥٠

٥-٦ قطران الفحم الحجري المستخدم في اعمال حماية الاسقف والعزل ضد الرطوبة والماء

"Coat - Tar Pitch Used In Roofing, Dampproofing, And Water Proofing"

يغطي هذا البند ثلاثة انواع من قطران الفحم الحجري المناسب للاستخدام في اعمال العزل ضد الرطوبة والماء وهى:

١- النوع الاول : وهو ملائم للاستخدام في حماية الاسقف ويستخدم معه مواد مالئة مطابقة لمواصفات الجمعية الامريكية لإختبار المواد (ASTM D 277)

٢- النوع الثاني : وهو ملائم للاستخدام في العزل ضد الرطوبة وكطبقة عازلة للماء ويتكون من قطران الفحم الحجري ومواد مالئة (مطابقة للمواصفات ASTM D 277) والياف تشبع بقطران الفحم مطابق لمواصفات (ASTM D173 , D1327 or D1668) مع استخدام برايمر مطابق لمواصفات (ASTM D43)

٣- النوع الثالث : وهو ملائم للاستخدام في اعمال الاسقف ولكنه يحتوي على نسبة من المواد المتطايرة تختلف عن الموجودة بالنوع الاول.

ويوضح الجدول رقم (٥-٦-١) مواصفات كل من الجمعية الامريكية لإختبار المواد (ASTM D 450-93) والاتحاد الامريكي لمسئولي الطرق والنقل بالولايات (AASHTO M118 - 90) لقطران الفحم الحجري المستخدم في اعمال الاسقف والعزل ضد الرطوبة والماء.

جدول رقم (٥-٦-١) مواصفات قطران الفحم الحجرى المستخدم فى أعمال الأسقف والعزل ضد الرطوبة والماء طبقا لمواصفات الجمعية الامريكية لإختبار المواد (ASTM) والاتحاد الامريكى لمسئولى الطرق والنقل بالولايات (AASHTO)

الاختبار	حدود الاختبار		
	النوع (I)	النوع (II)	النوع (III)
- نسبة الماء (حد أعلى)	٠	٠	٠
- الوزن النوعى عند ٢٥°م	١,٢٢- ١,٣٤	١,٢٢- ١,٣٤	١,٢٢- ١,٣٤
درجة التطرية (الكرة والحلقة)(١) °م	٦٠/٥٢	٥٢/٤١	٦٤/٥٦
درجة الوميض (جهاز كليفلاند المفتوح)°م (ASTM 450) (AASHTO-M 118)	 ١٩٠ ١٢٠	 ١٧٥ ١٢٠	 ٢٠٥ ١٢٠
- القطران الكلى الذائب فى ثانى كبرتيد الكربون ٪	٨٥/٧٢	٨٥/٧٢	٨٥/٧٢
- نسبة الرماد (حد أعلى)	٠,٥	٠,٥	٠,٥
-المقطر الكلى • من ٠ - ٣٠٠°م، ٪ (حد أعلى) • من ٠ - ٣١٥°م، ٪ (حد أعلى) • من ٠ - ٣٦٠°م، ٪ (حد أعلى)	 ١٠ ٠ 	 ١٠ 	 ٠ ٥
- الوزن النوعى للمتقطر من ٠ - ٣٠٠°م عند ١٥,٥°م (حد أدنى)	١,٠٣	١,٠٣	
- درجة التطرية (للمتبقى من التقطير عند ٣٠٠°م عند ١٥,٥°م (حد أعلى)	٨٠	٨٠	

(١) هذه القيم فى حالة استخدام (ASTM D36) وهى تجربة الكرة والحلقة باستخدام الماء ولكن عند استخدام الايثيلين جليكول فان هذه الحدود ترتفع بمقدار درجتين مئويتين.

الباب السادس

اعادة تشغيل مخلوطات يدخل في تكوينها طبقات الرصف الاسفلتي القديم

(Recycling Of Asphalt Paving Mixtures)

وتوجد ثلاثة اساليب لاعادة استخدام الرصف الاسفلتي القديم وهي :

١- اعادة استخدام الطبقة السطحية فقط : Surface Recycling

وتطبق عادة في حالة وجود انهيارات في الطبقة السطحية باعماق بسيطة وفيها تكشط الطبقة السطحية بسمك حوالي ٢-٣ سم وتضاف لها مواد صلبة جديدة ومحسنات للاسفلت القديم لتحسين خصائص المخلوط الاسفلتي القديم ثم يعاد فرش الطبقة مرة اخرى.

٢- اعادة استخدام الطبقة السطحية وطبقة الاساس في الموقع:

(In-Place Surface And Base Recycling)

وفيها يتم تكسير طبقات الاسفلت القديم في مكانها ثم اضافة مواد رابطة جديدة لها منها الاسمنت او بودرة الجير أوالمستحلبات الاسفلتية أو الاسفلت الصلب وخلطها ثم إعادة فرشها وعادة تستخدم هذه الطبقة كطبقة اساس تغطي بطبقة خرسانية اسفلتية رقيقة أو طبقة لاصقة

٣- استخدام محطة مركزية لاعادة الخلط : (Central Plant Recycling)

وتعتبر هذه الطريقة اعلى الطرق من حيث الحصول على مخلوط جديد بجودة عالية يمكن مراقبتها في المراحل المختلفة مع اتخاذ الاجراءات اللازمة لضبط الخلطة وتبدا اولى خطواتها بكشط ونقل الطبقة القديمة الى المحطة المركزية ثم خلطها بمواد محسنة للاسفلت القديم مع تدعيمها بحصويات جديدة

للحصول على خلطة جديدة وتنقل هذه الخلطة ثانية الى موقع العمل وتفرش باستخدام وسائل الفرش والدمك التقليدية.

ويتم تصميم المخلوطات الاسفلتية المسترجعة بالطرق المعتادة للتصميم والتنفيذ ويتم اعداد وتصميم المخلوطات الاسفلتية بطريقتين مختلفتين تتوقف على استخدام التسخين ونوع العامل المحسن لخصائص المخلوطات وهما :

١- اعادة استخدام المخلوطات الاسفلتية القديمة بواسطة الخلط على الساخن - (طريقة مارشال)

٢- اعادة استخدام المخلوطات الاسفلتية بالخلط على البارد

ويلاحظ ان اختيار العامل المحسن للخلطات الاسفلتية القديمة لابد ان تتوفر له الشروط الاتية :

- سهولة الانتشار في المخلوط الاسفلتي المسترجع
- تجانس التكوين مع تكوين الاسفلت القديم
- مقاومة الاشتعال (اذا تم استخدامه في عمل الخلطات الاسفلتية على الساخن)
- القدرة على اعادة انتشار وتوزيع الاسفلتيات داخل المخلوط
- مقبول التكلفة
- وجود خبرة سابقة لاستخدام هذا العامل

٦-١ تصميم الخلطات الاسفلتية المسترجعة

يتم تصميم الخلطات الاسفلتية المسترجعة (على الساخن او البارد) طبقا للطريقة الخاصة بكتاب معهد الاسفلت الامريكي MS-21/83 & MS-20/18 "Asphalt Institute" باتخاذ الخطوات الاتية :

١- بعد تحديد سمك الخلطة الاسفلتية المسترجعة يتم اجراء تجربة الاستخلاص للخلطة الأسفلتية القديمة المراد إعادة تشغيلها لتحديد نسبة وخواص الأسفلت الصلب الذى تحتويه هذه الخلطة .

٢- يتم عمل التدرج للركام الموجود وحساب نسبة الاسفلت الموجود بالخلطة القديمة ثم يفصل الاسفلت من المحلول بطريقة ابسون لتحديد

درجة تقادمه وذلك باجراء الاختبارات الفيزيائية (الغرز – اللزوجة المطلقة في ٦٠ م) كذلك فصل الاسفلت الى مكوناته (الزيوت والراتنجات الاسفلتينات) – (ويلاحظ ان التقادم يحدث نتيجة لزيادة نسبة الاسفلتينات بدرجة كبيرة والنقص الشديد في نسبة الزيوت والراتنجات اذا ما قورنت هذه النسب مع مكونات عينة اسفلت صلب جديدة تماما).

٣- يتم عمل التدرج التصميمي للخلطة الجديدة طبقا لاحد التدرجات القياسية مع اضافة مواد جديدة من الركام والمواد المالئة (ان كان مطلوبا لضبط التصميم) مع مراعاه ان يكون الركام الجديد من نفس نوع الركام المستخدم في الخلطة القديمة.

في حالة الخلطات الاسفلتية المسترجعة على البارد (في الموقع) يجب مراعاه الاتي :

١- لابد من التاكد من صلاحية مواد التربة (الموجودة بالموقع) للاسترجاع ويتم ذلك عن طريق:

أ- تعيين حد السيولة ومجال اللدونة للمواد الناعمة المارة من المهزة رقم (٤٠)

او

ب – تحديد المكافئ الرملي وطبقا لمعهد الاسفلت الامريكي فانه لمواد التربة عندما تكون قيمة المكافئ الرملي = ٣٠ يمكن استخدام التربة بنجاح وعندما تكون قيمة المكافئ الرملي ٢٠-٣٠ يمكن استخدامها مع التاكد من قابلية الاسفلت لتغطية التربة تماما لتستطيع مقاومة فعل الماء وعندما تكون قيمة المكافئ الرملي اقل من ٢٠ لا يمكن اعادة استخدام التربة.

٢- تحتاج التربة احيانا للترطيب بالماء لتسهيل عمليتي التغطية والدمك

٣- تحسب كمية الاسفلت اللازمة للخلطة الاسفلتية الجديدة باستخدام المعادلة الآتية

نسبة الاسفلت الجديدة = (٠,٠٣٥ أ + ٠,٠٤٥ ب + ك جـ + ف) /م

حيث

أ = نسبة الركام المحجوز على المنخل رقم ٨ (٢,٣٦ مم)

ب = نسبة الركام المار من المنخل رقم ٨ (٢,٣٦ مم) والمحجوز على المنخل رقم ٢٠٠ (٧٥ . ,. مم)

جـ = نسبة المواد الناعمة المارة من المنخل رقم ٢٠٠ (٧٥ . ,. مم)

ك= ٠,١٥ اذا كانت نسبة المواد الناعمة المارة من المنخل رقم ٢٠٠ (٧٥ . ,. مم) تتراوح من ١١-١٥٪

= ٠,١٨ اذا كانت نسبة المواد الناعسة المارة من المهزة رقم ٢٠٠ (٧٥ . ,. مم) تتراوح من ٦-١٠ ٪

= ٠,٢٠ اذا كانت نسبة المواد الناعمة المارة من المهزة رقم ٢٠٠ (٧٥ . ,. مم) تبلغ ٥٪ او اقل

ف= معامل يتراوح قيمته من صفر الى ٢٪ طبقا لنسبةالامتصاص للركام المستخدم اذا كانت تبلغ من ٢,٦ - ٢,٧ (في معظم الاحوال يتم استخدامه بقيم تتراوح من ٠,٧ - ١,٢)

م= معامل تبلغ قيمته (١,٠) في حالة استخدام الاسفلت الصلب، (٠,٦-٠,٧) للاسفلت المستحلب

٤- تحسب نسبة اضافة العامل المحسن طبقا للمعادلة الآتية (مع الاسترشاد بالخطوة رقم (٣)

ن م = ن ك - (ن ق x ن ع)/م   حيث

ن م = نسبة الاضافة المطلوبة (محسوبة على اساس الوزن الكلي للمخلوط)

ن ك = نسبة الاسفلت الكلية اللازمة للخلطة (محسوبة على اساس الوزن الكلي للمخلوط)

ن ق = نسبة الاسفلت الموجودة في الخلطة القديمة (محسوبة على أساس الوزن الكلى للمخلوط)

ن ع = نسبة الاسفلت القديم في النسبة المطلوبة من الخلطة القديمة

م = معامل طبقا لنوع الاسفلت المستخدم للتحسين ويكون :

١,٠ للاسفلت الصلب (في الرصف القديم)

٠,٦–٠,٦٥ للمستحلب الاسفلتي (في الرصف القديم).

٠,٧–٠,٨٠ للاسفلت السائل المخفف (في الرصف القديم).

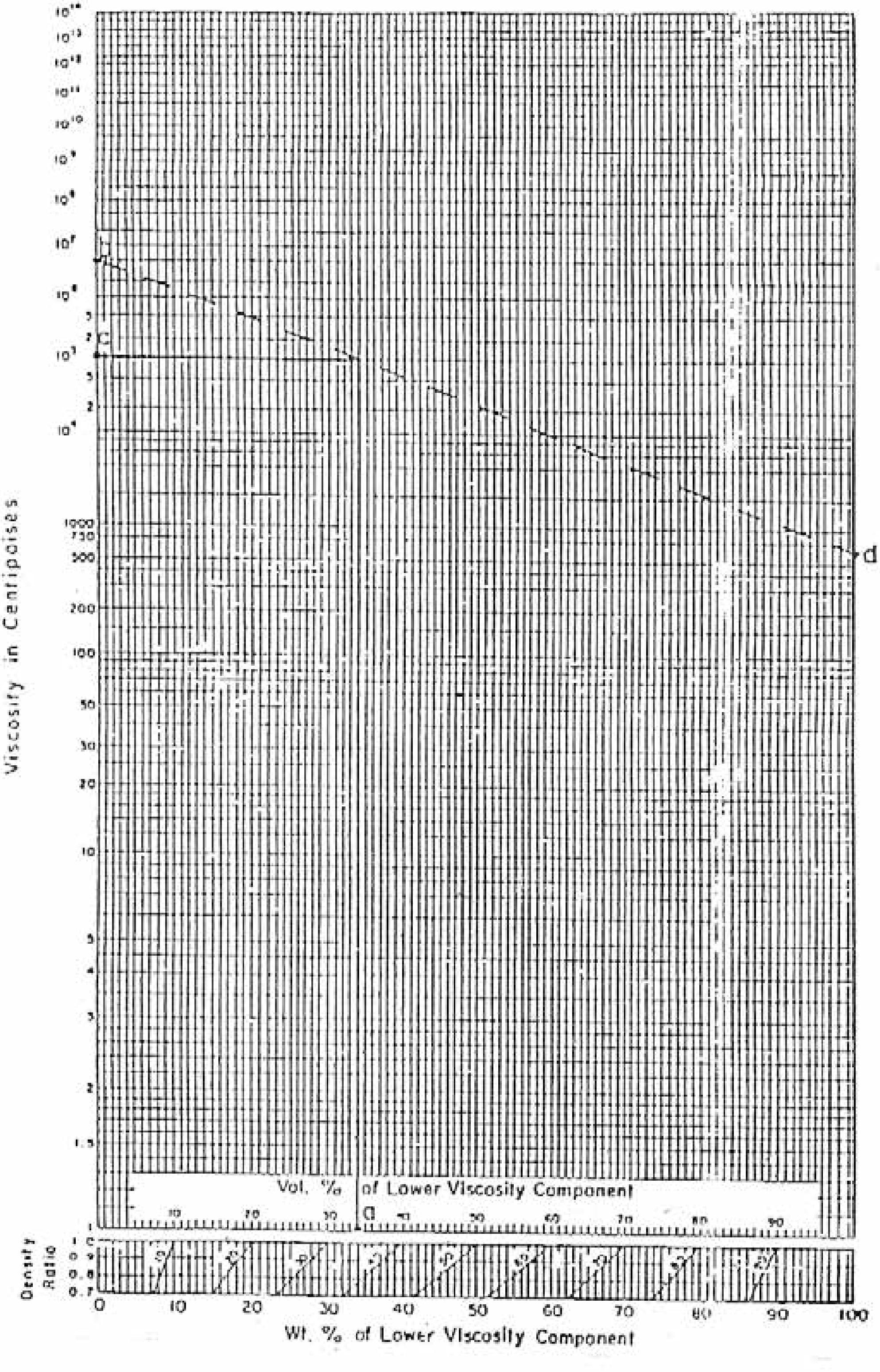
٥- يمكن حساب نسبة الاسفلت بالنسبة لوزن المواد الصلبة (في حالة الاسترجاع على البارد) طبقا للمعادلة الاتية:

نسبة الاسفلت (بالنسبة للمواد الصلبة) = ١٠٠ X نم (١٠٠– م ن)

٦- في حالة الخلط على الساخن يتم حساب النسبة المئوية للعامل المحسن بالنسبة للوزن الكلي للاسفلت اللازم للخلطة الجديدة (ناتج خطوة(٣))

٧- يتم اختيار نوع العامل المحسن في حالات الخلط على البارد طبقا للخبرة السابقة كما ذكر، او بالاسترشاد بالعوامل الموضحة فيما بعد طبقا لكتاب معهد الاسفلت الامريكي، وفي حالة الخلط على الساخن فانه يستخدم المنحنى المرفق شكل رقم (٦-١)عن طريق استخدامه النسبة المحسوبة من الخطوة رقم (٦) وهي النقطة (a) واللزوجة المستهدفة وتمثلها النقطة (c) ومن ناتج تقاطعهما يعمل خط مستقيم يربط بين تلك النقطة والنقطة (b) والممثلة للزوجة المطلقة للاسفلت القديم ويتم مد المستقيم ليصل الى النقطة (d) وهي تمثل لزوجة العامل المحسن الملائم للاستخدام في هذه الحالة.

٨- تضاف نسبة العامل المحسن الى الخلطة الجديدة ويتم التاكد من كفاءة العامل المحسن عن طريق عمل اختبارات ميدانية (في حالة الخلط على البارد) لبيان التاكد من التخلص من العيوب الموجودة بالرصف القديم او بتحديد خصائص الخلطة الجديدة (في حالة الخلط على الساخن) باستخدام اختبار مارشال للتاكد من انها تدخل ضمن الحدود القياسية لخصائص الخلطات الاسفلتية طبقا لنوع الطبقة الجديدة المستخدمة.



شكل رقم (٦-١) منحنى اللزوجه المطلقه

٦-٢ العوامل المحسنة لخصائص الخلطات الاسفلتية المسترجعة على الساخن

وهي طبقا لكتاب معهد الاسفلت الامريكي (Asphalt Institute MS - 20) يمكـن ان تكون :

AR -1000, & 85-100 & 120-150.

or AC-2.5 (AR - 4000, AR - 2000

or AC-10, AC-5

٦-٣ العوامل المحسنة لخصائص الخلطات الاسفلتية المسـترجعة على البارد

وهي طبقا لكتاب معهد الاسفلت الامريكي (Asphalt Institute MS - 20) يمكن ان تكون

- اسفلت صلب من الانواع الاتية :

200-300 Penetration & AR-1000 & AC-25

- مستحلبات اسفلتية من الانواع الاتية

اما من النوع متوسط او بطئ التصلب (ASTM 977)

او مستحلبات اسفلتية موجبة الشحنة (ASTM D 2397)

- يلاحظ ان اختيار العامل المحسن يتم طبقا للخصائص السابق ذكرها.

الباب السابع

الاختبارات القياسيه والاختبارات الغير متلفه

٧-١-١ الاختبارات القياسية للركام

تشمل هذه الاختبارات نوعين أساسيين من الاختبارات هما:

- اختبارات حقليه
- اختبارات معمليه

٧-١-٢ الاختبارات القياسية للأسفلت بانواعه المختلفة

توضح الجداول ارقام من (٧-١-١) الى (٧-١-٤) الاختبارات القياسَية لكل من :

- الاسفلت الصلب (العادي والموكسد).
- الاسفلت السائل.
- المستحلبات الاسفلتية .
- القار.

جدول (٧-١-١) الإختبارات القياسية للأسفلت الصلب بأنواعه المختلفة
(العادى والمنفوخ)

الإختبار	المواصفات القياسية المصريه	الإختبارات القياسية للهيئة العامة للطرق والكبارى عام ١٩٩٠	ASTM (1993)	AASHTO (1990)	DIN	BS	TP (1993)
		رقم الإختبار في المراجع الرئيسية					
١- أخذ عينات ممثلة للمواد الأسفلتية		ط ٢٠١	D 140	T 40	1996 Part 2		
٢- اختبار تعين درجة الغرز	٦١/٢٨٩	ط ٢٠٥	D 5	T 49	52010	4691	49
٣- اختبار الوزن النوعي للمواد الأسفلتية باستخدام البيكنومتر			D 70	T 228	52004		
٤-اختبار الوزن النوعي للمواد الأسفلتية باستخدام البوتقة الهيكل			D 3289				
٥- اختبار الوزن النوعي للمواد الأسفلتية باستخدام طريقة الإزاحة			D 71	T 229	52004		
٦- اختبار الاستطالة (قابلية السحب).	٦١/٢٩٠	ط ٢٠٧	D 113	T 51	52013		
٧- اختبار الطفو للمواد الاسفلتية.		ط ٢٠٦	D 139	T 50			
٨- اختبار تعين نقطة الوميض والاشتعال (جهاز كليفلاند المفتوح)		ط ٢٠٤	D 92	T 48	51376		36
٩- اختبار تعين نقطة الوميض والاشتعال (جهاز بنسكى مارتنز المفتوح)							35
١٠- اختبار تحديد درجة حرارة التطرية للمواد الأسفلتية والقار (طريقة الكرة والحلقة) باستخدام ايثيلين جليكول		ط ٢٠٨		T 53			
١١- اختبار تحديد درجة حرارة التطرية للمواد الأسفلتية والقار (طريقة الكرة والحلقة) باستخدام الماء والجليسرين.	٦١/٢٩١		D 36		52011	4692	58
١٢- اختبار تعين نسبة الماء فى المواد الأسفلتية (طريقة التقطير)		ط ٢٠٩	D 95	T 55	1996-05A		74
١٣- اختبار تعين نسبة الفاقد بالتسخين للزيوت والمركبات الاسفلتية		ط ٢٠٣	D6	T 47	52016	2000 Part 45	45

تابع جدول (٧-١-١) الإختبارات القياسية للأسفلت الصلب بأنواعه المختلفة (العادى والمنفوخ)

الاختبـــــــار	رقم الإختبار فى المراجع الرئيسية						
	المواصفات القياسية المصرية	الاختبارات القياسية للهيئة العامة للطرق والكبارى عام ١٩٩٠	ASTM (1993)	AASHTO (1990)	DIN	BS	TP (1993)
١٤- اختبار تعيين نسبة الفاقد بالتسخين للزيوت والمركبات الأسفلتية (اختبار الطبقة الرقيقة TFOT)	٦٢/٤١٢	ط ٢٢٤	D 1754	T 179	52017		
١٥- اختبار تعيين نسبة الفاقد بالتسخين (Rolling TFOT)			D 2872	T 240			
١٦- اختبار تعيين نسبة الذوبان فى رابع كلوريد الكربون				T 45			
١٧- اختبار فصل الأسفلت إلى أربعة مكونات			D 4124				
١٨- اختبار تعيين نسبة المواد الغير عضوية أو الرماد		ط ٢١٦	D 482	T 111	52005	2000 Part 223	418
١٩- اختبار تعيين نسبة الأسفلت الذائب فى ثالث كلوريد الايثيلين		ط ٢٠٢	D 2042	T 44		4690	47
٢٠- اختبار تعيين درجة اللزوجة بطريقة سيبولت			D 88	T 72			
٢١- اختبار تعيين درجة اللزوجة بطريقة سيبولت فى درجات الحرارة المرتفعة			E 102				
٢٢- اختبار تعيين درجة اللزوجة الكينماتيكية للأسفلت		ط ٢٢٧	D 2170	T 201			319
٢٣- اختبار تعيين درجة اللزوجة المطلقة للأسفلت		ط ٢٢٨	D 2171	T 202			222
٢٤- تعيين منحنى يوضح العلاقة بين اللزوجة ودرجة الحرارة			D 2493				
٢٥- اختبار البقعة للمواد الأسفلتية		ط ٢١٥		T 102			
٢٦- سلوك الأسفلت (Rheology) وعلاقة ذلك بالخلطات الأسفلتية			STP 941				
٢٧- اختبار فصل الأسفلت إلى الزيوت - الراتنجات - الأسفلتيات ٢٨- اختبار تعيين نسبة الشمع	ملحق رقم (١)						

جدول (٧-١-٢) الإختبارات القياسية للأسفلت السائل

الاختبار	رقم الاختبار فى المراجع الرئيسية					
	الاختبارات القياسية للهيئة العامة للطرق والكبارى عام ١٩٩٠	ASTM (١٩٩٣)	AASHTO (١٩٩٠)	DIN	BS	TB (١٩٩٣)
١ - اختبار التقطير للمواد الأسفلتية	ط ٢١٣	D ٤٠٢	T ٧٨	٥٢٠٢٤	٢٠٠٠ Part ٢٧	٢٧ م
٢ - اختبار تعيين درجة الوميض بطريقة بنسكى مارتنز (الطريقة المغلقة)	ط ٢١٢	D ٩٣	T ٧٣		٢٠٠٠ Part ١١٣	١١٣
٣ - اختبار تعيين الكثافة بطريقة الهيدروميتر		D ١٢٩٨	T ١٦٠			
٤ - اختبار تعيين نقطة الوميض بطريقة تاج	ط ٢١٤	D ٣١٤٣	T ٧٩			
٥ - اختبار تعيين منحنى اللزوجة - درجة الحرارة للمنتجات البترولية السائلة		D ٣٤١				
٦ - اختبار تحديد معدل توزيع الأسفلت السائل		D ٢٩٩٥				

جدول رقم (٧-١-٣) الاختبارات القياسية للمستحلبات الاسفلتية

نوع الاختبار	رقم الاختبار فى المراجع الرئيسية		
	الاختبارات القياسية للهيئة العامة للطرق والكبارى (١٩٩٠)	ASTM (١٩٩٣)	AASHTO (١٩٩٠)
- الاختبارات القياسية للمستحلبات الأسفلتية (شاملة جميع التجارب)	ط ٢١٠	D ٢٤٤	T ٥٩
- اختيار واستخدام المستحلبات الأسفلتية		D ٣٦٢٨	R ٥

جدول رقم (٧-١-٤) الاختبارات القياسية للقار

الاختبار	رقم الاختبار فى المراجع الرئيسية	
	(١٩٩٣) ASTM	(١٩٩٣) AASHTO
١ - اختبار التقطير للقار المستخدم فى مجال الطرق	D ٢٠	
٢ - جدول تصحيح الحجم للقار المستخدم فى مجال الطرق	D ٦٣٣	
٣ - اختبار تعيين اللزوجة بطريقة انجلر (Engler)	D ١٦٦٥	٧٢
٤ - اختبار تحديد درجة حرارة استخدام القار فى أغراض الرصف	D ٢٧٢٨	

٧-٢ اختبارات الخلطات الأسمنتيه

تشمل هذه الاختبارات المطلوب القيام بها فى المعمل وفى الموقع وكذلك شروط القبول.

٧-٣ اختبارات الخلطات الأسفلتيه

يوضح الجدول رقم (٧-٣-١) الاختبارات القياسيه للخلطات الأسفلتيه وكذلك شروط القبول الخاصه بكل منها.

جدول (٧-٣-١) الإختبارات القياسية للخلطات الأسفلتية

الإختبــــــــار	رقم الإختبار في المراجع الرئيسية الإختبارات القياسية للهيئة العامة للطرق والكبـــارى عام ١٩٩٠	ASTM (1993)	AASHTO (1990)	DIN
١ ـ إختبار عينات ممثلة من مخلوطات الرصف الأسفلتية	ط ٢٢١	D 979	T 168	52003
٢ ـ إختبار تحديد نسبة الأسفلت بالمخلوطات الأسفلتية بالجهاز الدوار بالطرد المركزى	ط ٢١٧	D 2172	T 164	1996 Part 6
٣ ـ إختبار إستخلاص الأسفلت من المخلوطات الأسفلتية بطريقة أبسون	ط ٢٢٢	D 1856	T 170	
٤ ـ إختبارتعيين الوزن النوعي للمخلوطات الأسفلتية المضغوطة	ط ٢١٩	D 2726	T 166	1996 Part 1
٥ ـ إختبارتعيين الوزن النوعي الأقصى للمخلوطات الأسفلتية	ط ٢٢٩		T 209	
٦ ـ إختبار تعيين الوزن النوعي للمخلوطات الأسفلتية المدموكة بإستخدام البارافين		D 1188	T 283	
٧ ـ إختبار تعيين أقصى كثافة نظرية للمخلوطات الأسفلتية		D 2041	T 228	
٨ ـ إختبار تعيين كثافة المخلوطات الأسفلتية (NUCLEAR METHOD)		D 2950		
٩ ـ إختبار إيجاد مقاومة الأسباب اللدن في المخلوطات الأسفلتية الرملية	بند ٢٢		T 169	
١٠ـ إختبار تحديد خاصية إنتفاخ المخلوطات الأسفلتية	بند ٢٢٠ (عام ٦٨)		T 101	1996 Part 2
١١ـ إختبار إيجاد تأثير المياه على تماسك المخلوطات الأسفلتية المدموكة	ط ٢١٨	D 1075	T 165	1996 Part 10
١٢ـ إختبار تأثير المياه على تماسك المخلوطات الأسفلتية المدموكة (إختبار سريع بالموقع)		D 3625		
١٣ـ إختبار قوة الكسر للخرسانة الأسفلتية	بند ٢٢٠	D 1074	T 167	1996 Part 12

تابع جدول (٧-٣-١) الإختبارات القياسية للخلطات الأسفلتية

الإختبـــــــار	رقم الإختبار في المراجع الرئيسية: الإختبارات القياسية للهيئة العامة للطرق والكبـــارى عام ١٩٩٠	ASTM (1993)	AASHTO (1990)	DIN
١٤- اختبار درجة التغليف والانسلاخ للمخلوطات الاسفلتية.	ط ٢١٥		T 182	
١٥- اختبار تعين سمك وارتفاع الخلوطات الاسفلتية.		D 3549		
١٦- اختبار تحديد درجة دمك الرصف للمخلوطات الاسفلتية	ط ٢٢٠		T 230	
١٧- اختبار تحديد مقاومة الانسياب اللدن للمخلوطات الاسفلتية باستخدام جهاز مارشال.	ط ٢٢١	D 1559	T 245	1996 Part 11
١٨- اختبار تحديد مقاومة التشكل والتماسك للمخلوطات الاسفلتية باستخدام جهاز فيم.	ط ٢٢٢	D 1560	T 246	
١٩- اختبار لاعداد عينات المخلوطات الاسفلتية المدمكة باستخدام جهاز كاليفورنيا للعجن	ط ٢٢٣	D 1561	T 247	
٢٠- اختبار لعين نسبة البخار والمقطرات الحقيقة في المخلوط الإسفلتي.		D 1461	T 110	
٢١- اختبار تعين نسبة الأسفلت في الخلوطات الأسفلتية (Nuclear Method)		D 4125		
٢٢- اختبار تعين نسبة الفراغات الهوائية في المخلوطات الأسفلتية المفتوحة والمكثفة.		D 2303		1996 Part 7
٢٣- اختبار المخلوطات الأسفلتية من الاحجار والمستحلبات الأسفلتية على البارد.		D 4379	T 284	
٢٤- اختبار النفاذية للمخلوطات الأسفلتية.		D 3637		
٢٥- اختبار المقاومة الكهربائية للمخلوطات الأسفلتية.		D 3633		
٢٦- اختبار تعين مسافة التوقف على الأسطح المرصوفة باستخدام سيارات ركوب مزودة خاصة.		E 445		

تابع جدول (٧-٣-١) الإختبارات القياسية للخلطات الأسفلتية

الاختبار	الاختبارات القياسية للهيئة العامة للطرق والكباري عام ١٩٩٠	ASTM (1993)	AASHTC (1990)	DIN
	رقم الاختبار في المراجع الرئيسية			
٢٧- اختبار الاحتكاك للمخلوطات الأسفلتية (الاختبار البريطاني).		E 303	T 278	
٢٨- اختبار تحديد مدى صقل (Polishing) المخلوطات الأسفلتية معمليا.		E 451		
٢٩- اختبار قياس معامل الرجوع للمخلوطات الأسفلتية.		D 4123		
٣٠- اختبار مقاومة الانزلاق للمخلوطات الأسفلتية للطبقة السطحية.		E 274		
٣١- الاشتراطات الخاصة لخطات الخلط	ط ٢٢٣	D 290	T 172	
الاختبارات الغير متفق للمخلوطات الأسفلتية.		STP 1206		

ملحق رقم (١)

اختبارات لا توجد في المراجع الرئيسية لاعمال الطرق

الاختبار الأول: فصل الاسفلت الى الزيوت والراتنجات و الأسفلتينيات

تحتوى عينة الاسفلت على ثلاثة مكونات هى الزيوت والراتنجات والأسفلتينيات، ويتم فصل هذه المكونات بواسطة استخدام مذيبات مختلفة وعمود الفصل الكروماتوجرافي ويتم ايجاد نسب هذه المكونات كنسبة مئوية بالوزن من الوزن الكلي للعينة.

١- الادوات المستخدمة

١- عمود الفصل الكروماتوجرافي بطول ٥١٠ مم وقطر داخلي يبلغ ٢٥مم

٢- حمام بخار

٣- فرن للتجفيف

٤- كاس زجاجي مدرجة سعة ١٠٠ & ١٥٠ مم

٥- قمع للفصل ٥٠٠ مم

٦- دورق زجاجي سعة ٥٠٠ مم

٧- بوتقة من البورسلين بمقاس ١٦ سم

٨- اوراق الترشيح واتمان ٤٢

٩- ميزان حساس

١٠- بوتقة من الزجاج

٢- عوامل الفصل

١- الالومينا تنشط بالتسخين عند ٤١٣ م لمدة ١٦ ساعة ويتم حفظها في جهاز سحب الهواء.

٢- ايثير بترولي له مدى غليان ٤٠/٦٠ م وخالي من المواد الاروماتيية والكبريتية.

٣- بنزين خالي من المواد الاروماتية والكبريتية.

٤- سيكلوهكسان خالي من المواد الاروماتية والكبريتية.

٣- احتياطات الاستخدام

معظم المذيبات العضوية قابلة للاشتعال وبها نسبة من السموم ولذلك لابد من العمل في جو جيد التهوية وبعيد عن مصدر اللهب او الاشتعال او استخدام درجات الحرارة المختلفة.

٤- تحضير العينة

يتم تحضير العينة بحيث تؤخذ ممثلة للعينة الكلية من الاسفلت ولا تسخن لدرجة حرارة اعلى عن درجة حرارة تطرية الاسفلت بمقدار ١١٠ م.

٥- طريقة اجراء الاختبار

١- يتم وزن عينة الاسفلت لاقرب ٠،٠١ جم ويتراوح وزن العينة بين ١١، ١٣ جم وتوضع في الدورق الزجاجي وتضاف كمية من الايثير البترولي بنسبة ١:١ وتقلب العينة بالمذيب وتوضع على حمام البخار لمدة تتراوح بين ١-١،٥ ساعة وبعدها تزال من الحمام وتقلب وتغطى ثم تترك لمدة ٢٤ ساعة في درجة حرارة الجو العادي لتسمح للاسفلتينات بالترسيب.

٢- يرشح محتوى الدورق باستخدام القمع الزجاجي وورقة الترشيح

٣- يغسل الدورق تماما باستخدام الايثير البترولي بحيث يتم التاكد من استخلاص الزيوت والراتنجات من الدورق ويرشح مرة اخرى ويوضع الراشح في بوتقة من الزجاج

٤- يغسل الدورق باستخدام البنزين لاذابة الاسفلتينات العالقة بالدورق ويوضع الناتج في بوتقة معلومة الوزن وهو عبارة عن اسفلتينات ذائبة في البنزين.

٥- يستخلص الجزء المتبقي من الزيوت والراتنجات من الاسفلتينات بطريقة الاسترجاع من العالق بورقة الترشيح باستخدام السوكست ومذيب الايثير البترولي باستخدام حمام البخار

٦- تجمع الكمية الكلية من الزيوت والراتنجات من الخطوة الثالثة والخامسة وتوضع في البوتقة وتجفف في فرن عند درجة حرارة لا تتعدى ٦٠ °م.

٧- تستخلص الاسفلتينات من ورقة الترشيح باستخدام السوكست والبنزين وحمام البخار

٨- تجمع الكمية الكلية من الاسفلتينات داخل البوتقة وهي ناتج الخطوة الرابعة والسابعة وتجفف ويتم وزنها ويستنتج وزن الاسفلتينات وذلك لاقرب ٠,٠١ جم.

٩- يحسب وزن الزيوت والراتنجات من الخطوة السادسة لاقرب ٠,٠١جم

١٠- تفصل الزيوت عن الراتنجات باستخدام عمود الفصل الكروماتوجرافي والالومينا المنشطة ومذيب السيكلوهكسان.

١١- يتم تقطير مذيب الزيوت والسيكلوهكسان باستخدام جهاز تقطير وتوضع الزيوت في بوتقة معلومة الوزن وتجفف ويحسب كمية الزيوت الناتجة لاقرب ٠,٠١ جم

١٢- تحسب كمية الراتنجات وذلك بايجاد الفرق بين الخطوة التاسعة والحادية عشر.

٦- الحسابات والتقرير

تحسب النسبة المئوية لكل مكون على حدة باستخدام المعادلة الاتية :

النسبة المئوية للمكون = (أ/ب) X ١٠٠

حيث أ وزن المكون & ب وزن عينة الاسفلت

الاختبار الثانى : تعيين نسبة الشمع باستخدام طريقة هولد

الطريقة

١- يؤخذ اقل من جرام من الزيوت الناتجة من فصل الاسفلت الى مكوناته الثلاث وتذاب في مذيب يتكون من ثنائي ايثيل الايثير والكحول الايثيلي بنسب متساوية (حيث يستخدم الاول لاذابة الشمع والاخر يساعد على ترسيبه)

٢- تبرد العينة بالمذيب في حمام من الايثانول والاسيتون في درجة حرارة ٢٠ °م تحت الصفر ساعتين

٣- يفصل الشمع عن الزيوت باستخدام مضخة سحب وقمع فصل وورقة ترشيح مقاس ٥٤ ويستخدم نفس المذيب المستخدم في الخطوة الاولى للحصول على الشمع ويتم وزن العينة بعد تمام الجفاف

٤- تعين نسبة الشمع الموجودة بالزيوت كنسبة مئوية بالوزن.

الاختبار الثالث : اختبار تحديد مسار العجل (مقدار التخدد) للخلطات الاسفلتية

اسم المرجع

"Wheel Tracking test to Compare Resistance to Deformation of Roll and Mastic Asphalt". By A. Please.

Paper to be presented at the 4th International Asphalt Congress : London 1968.

Materials Devision TRRL, March 1976.

٦- الحسابات والتقرير

تحسب النسبة المئوية لكل مكون على حدة باستخدام المعادلة الاتية :

النسبة المئوية للمكون = (أ/ب) X ١٠٠

حيث أ وزن المكون & ب وزن عينة الاسفلت

الاختبار الثانى : تعيين نسبة الشمع باستخدام طريقة هولد

الطريقة

١- يؤخذ اقل من جرام من الزيوت الناتجة من فصل الاسفلت الى مكوناته الثلاث وتذاب في مذيب يتكون من ثنائي ايثيل الايثير والكحول الايثيلي بنسب متساوية (حيث يستخدم الاول لاذابة الشمع والاخر يساعد على ترسيبه)

٢- تبرد العينة بالمذيب في حمام من الايثانول والاسيتون في درجة حرارة ٢٠ °م تحت الصفر ساعتين

٣- يفصل الشمع عن الزيوت باستخدام مضخة سحب وقمع فصل وورقة ترشيح مقاس ٥٤ ويستخدم نفس المذيب المستخدم في الخطوة الاولى للحصول على الشمع ويتم وزن العينة بعد تمام الجفاف

٤- تعين نسبة الشمع الموجودة بالزيوت كنسبة مئوية بالوزن.

الاختبار الثالث : اختبار تحديد مسار العجل (مقدار التخدد) للخلطات الاسفلتية

اسم المرجع

"Wheel Tracking test to Compare Resistance to Deformation of Roll and Mastic Asphalt". By A. Please.

Paper to be presented at the 4th International Asphalt Congress : London 1968.

Materials Devision TRRL, March 1976.

تشمل خطوات العمل اللازمة لاجراء الاختبار ما ياتي :

١- تحضير العينة (الخلطة الاسفلتية)

٢- اجراء الاختبار باستخدام الجهاز الخاص بالتجربة والموضح بالشكل المرفق.

١- تحضير العينة (الخلطة الاسفلتية)

- ينظف القالب الخاص الذي يوضع به الخلطة الاسفلتية باستخدام فرشاه من السلك ويسخن لدرجة حرارة مماثلة للمستخدمة في الخلطة الاسفلتية
- يتم عمل الخلطة الاسفلتية بحيث تزن ١٣ كجم وتوضع اطارات خشبية للقالب وتصب الخلطة وتثبت بواسطة تلك الاطارات ولابد ان تكون كمية الخلطة كافية لان تعطي ارتفاعا بعد الدمك يزيد عن ارتفاع القالب (١٢ × ١٢ × ٢ بوصة - ٣٠٥ × ٣٠٥ × ٥٠) مم بمقدار ٣مم (حوالي ١/٢ بوصة)
- يوضع ترمومتر في منتصف الخلطة مفككة للتاكد من ان درجة حرارتها تساوي درجة الدمك المطلوبة (في هذا المرجع تم استخدام درجة حرارة دمك تساوي ٤٥°م وهي غالبا تكون في مدى حراري مقابل لمقدار لزوجة الاسفلت والتي تتراوح بين ١-١٠٠ بواز)
- تدك الخلطة باستخدام مدك من الحديد (مربع الشكل بابعاد ٢,٥ × ٢,٥ بوصة - ٦٠ × ٦٠ مم) ويتم التاكد من ملئ الفراغات الجانبية للقالب ولابد ان يكون المدك باردا ومبللا بالماء.
- تستخدم العجلة لدمك الخلطة (العجلة ذات حمل يساوي ١١٨ باوند او ٥٣ كجم) وبعدها تتوقف الماكينة وتزال الكميات الزائدة عن الدمك وتبلل الخلطة مرة اخرى وتستخدم العجلة مرة اخرى في الدمك في اتجاه معاكس للاتجاه الاول وتزال الاجزاء الزائدة من الخلطة وهكذا يستمر الدمك لمدة ١٤ دورة تقريبا للعجلة بحيث تصبح بعدها الخلطة

مستوية السطح تماما وذات سمك اعلى من سمك القالب بمقدار ٣مم (٢/١ بوصة) كما ذكر سابقا

- يرفع القالب وبه العينة من الجهاز ويوضع في الغرفة ليبرد تماما ولا يسمح بمرور فترة زمنية اكثر من ٢٤ ساعة بين تجهيز العينة واجراء الاختبار.

٢- اجراء الاختبار باستخدام الجهاز الخاص

يتكون الجهاز الخاص بالاختبار كما هو موضح بالشكل التالى من عجلة محملة وقالب توضع فيه العينة ذو ابعاد (١٢ × ١٢ × ٢ بوصة - ٣٠٥ × ٣٠٥ × ٥٠ مم) وتتحرك العجلة ترددیا بمعدل يساوي ٤٢ مرة في الدقيقة بحيث تقطع مسافة للشوط الواحد تساوي (٩ بوصة - ٣٠ مم) والعجلة مغلقة باطار من المطاط بابعاد (٨ × ٢ بوصة - ٢٠٠ × ٥٠ مم) ويبلغ وزن الحمل الكلي ٥٣ كجم ويتم ذلك بتعليق حمل مقداره ١٦ كجم في نهاية اطار العجلة ويتم تركيز العجلة في منتصف القالب بحيث تبلغ مساحة التلامس ١٠ سم مربع (١,٥ بوصة) ويصبح اجمالي الضغط على الخلطة ٥٥٠٠٠ ث كجم / متر مربع

- كذلك مثبت بالجهاز مقياس يسجل عمق مسار العجل ويسجل لاقرب ٠,٠١ مم (٠,٠٠١ بوصة)

ملحوظة :

طبقا لهذا المرجع تم عمل الاختبار عند٤٥م وهي اعلى متوسط لدرجة الحرارة التي تتعرض لها الخلطة على الطريق في المملكةالمتحدة (بريطانيا) وحتى يتم التاكد من ان درجة حرارة الخلطة تساوي ٤٥° م فانها توضع في صندوق او غرفة عند٤٥° م لفترة زمنية تتراوح بين ٤-١٦ ساعة قبل اجراء الاختبار

- يوضع القالب وبه العينة في الجهاز وتخفض العجلة حتى تلامس الخلطة وتسجل القراءة وتعتبر هي (صفر البداية) أي بداية حدوث التشوه للخلطة.

- تؤخذ القراءة تدريجيا حتى فترة زمنية من التشغيل تبلغ ٤٥ دقيقة او يصل عمق مسار العجلة الى ١٥ مم (٠,٦ بوصة) ايهما اقرب ويطرح منها القراءة الاولى (صفر البداية)
- ترسم علاقة بين الزمن والقراءة (التشوه الحادث) ومن هذه العلاقة يتم استنتاج المعدل المتوسط للزيادة في عمق مسار العجلة (من الثلث الاخير للمنحنى) وذلك عندما تكون القراءة بين ١٣-٩١ مم (٠,٤ - ٠,٥ بوصة) ويعبر عن المعدل بالبوصة /دقيقة
- وتستخدم هذه النتيجة في المقارنة بين التشوه عند ٤٥° م ودرجات حرارة اخرى اعلى وبضغط مماثل للمستخدم في هذا الاختبار.

الطرق المعملية والحقلية لقياس قوة تحمل التربة

مقدمة

هناك طرق إختبار قياسية متعددة وضعت لقياس خصائص مقاومة التربة حتى يمكن ربط نتائج هذه الإختبارات مع سلوك التربة فى الموقع وتتوقف مقاومة التربة على عوامل كثيرة منها البناء الداخلى للتربة من حيث النسيج الحبيبى والتدرج ونسبة الرطوبة والكثافة الكلية كما تتوقف أيضاً على طريقة إضافة الأحمال التى تنشأ عنها الإجهادات المؤثرة فى التربة وذلك بالإضافة إلى أن طبيعة التربة تحت أساسات منشأ معين غالباً ما تكون غير متجانسة مما يؤدى إلى حدوث إختلافات كبيرة فى مقاومتها فى كل من الإتجاهين الرأسى والأفقى .

وجميع الإختبارات التى يتم إجراؤها لتعيين مقاومة التربة تعتمد على قياس التغير فى مقاومة القص الذى يصاحب الزيادة فى الإجهادات العمودية الواقعة على سطح الإنهيار (إنهيار القص) وهذه الإختبارات تنقسم إلى ثلاث مجموعات رئيسية على النحو التالى :

أ- إختبارات الإختراق وهى التجارب التى تتم أما فى المعمل وأما فى الحقل لتعيين خصائص مقاومة التربة فى نقطة معينة من الطبقة . ويمكن النظر إلى إختبارات الإختراق على أنها نماذج مصغرة من تجارب التحميل ، ونتائج إختبارات الإختراق يجب ربطها بالخبرات العملية التى سبق إكتسابها فى المنشآت على تربة معينة لها قوة تحمل مماثلة كما فى حالة الطرق التجريبية المستعملة لتصميم سمك طبقة رصف الطرق والمطارات .

ب- إختبارات تحميل السطح وهى تجارب تحميل حقلية تعمل على سطح الأرض المراد إختبارها ولذلك فإن نتائج هذه الإختبارات تتأثر بالتغيرات فى خصائص التربة التى تقع تحت التأثير المباشر للإجهاد الناشىء من تحميل السطح وتعطى مقياساً شاملاً لقوة تحمل هذا الجزء من التربة فقط .

جـ- إختبارات القص وهى تجارب معملية تعمل عادة على عدد من العينات الممثلة للتربة المستخرجة من أماكن مختلفة منها وذلك للحصول على تقييم شامل لقوة تحملها .

ويجب ملاحظة أن هناك عوامل رئيسية تؤثر على نتائج اختبارات قدرة تحمل التربة وتتعلق بطريقة الإختبار نفسها بصفة خاصة وهى :

- حجم وشكل عينة الإختبار .
- طريقة التحميل وتؤخذ في الأعتبار فى الإختبارات المعملية فقط .
- معدل التحميل .
- ظروف الصرف وتؤخذ فى الأعتبار فى حالة الإختبارات المعملية فقط.

كما أن هناك عوامل أخرى تؤثر على نتائج الإختبارات وتتعلق بطبيعة التربة فى الموقع تتلخص فيما يلى :

- نوع التربة .
- الكثافة الجافة للتربة .
- نسبة الرطوبة فى التربة .
- نفاذية التربة .
- التركيب الحبيبى للتربة .

وفى العادة كلما زادت الكثافة الجافة لتربة معينة كلما زادت قدرتها على التحمل بينما نجد أن زيادة نسبة الرطوبة بها يؤدى إلى نقص ملحوظ فى قوة تحملها خاصة فى أنواع التربة الطينية . كما أن التحميل فى تجارب قياس قوة تحمل التربة لأغراض تقييم الرصف عادة ما يكون من النوع الإستاتيكى أو النوع الذى تضاف فيه الأحمال بمعدلات بطيئة وهو ما يؤدى إلى الحصول على قيم منخفضة لخصائص مقاومة تحمل التربة وذلك نظراً لأن مقاومة القص ومعامل التشكيل يزداد مع زيادة سرعة معدلات التحميل خاصة فى أنواع التربة المتماسكة وذلك فضلاً عن تغيير خصائص التربة تحت تأثير الأحمال المتكررة وفيما يلى التجارب المعملية والحقلية لتقييم قدرة تحمل التربة لأغراض الطرق .

١- تجربة نسبة تحميل كاليفونيا

تعتبر هذه التجربة من تجارب الأختراق وهى من أهم التجارب القياسية التى يشيع استعمالها فى كثير من بلدان العالم مثل الولايات المتحدة الأمريكية وبعض الدول الأوربية وجمهورية مصر العربية لتعيين نسبة تحميل كاليفورنيا لتربة التأسيس وطبقات الأساس والأساس المساعد لأغراض تصميم سمك الرصف المرن ويتم ذلك عن طريق رسم العلاقة بين الحمل اللازم والأختراق بمكبس اسطوانى مساحة مقطعة ٣ بوصة مربعة (١٩,٦٠ سم^{٢}) للعينة بمعدل ثابت ١,٢٥ مم / دقيقة (٠,٠٥ بوصة / دقيقة) وبين مقدار الأختراق . وتكون نسبة تحميل كاليفورنيا هى النسبة المئوية بين الإجهاد المؤثر على عينة التربة عند قيمة اختراق معينة إلى الإجهاد القياسى الناتج من إجراء التجربة على عينة نموذجية من الأحجار المكسرة المدموكة عند نفس قيمة الاختراق ويتم حساب نسبة تحميل كاليفورنيا للتربة كالآتى :-

$$(CBR) = \frac{\text{unit Test Load}}{\text{standard unit Load}} \times 100$$

(CBR) at 0. 10 in (2 , 50 mm) or 0. 20 in (5.00 mm) penetration

وفيما يلى العلاقة بين إجهاد الاختراق القياسى وقيمة الاختراق على عينة من كسر الأحجار النموذجية المدموكة التى تتخذ مرجعاً لحساب نسبة تحميل كاليفورنيا للتربة .

مقدار الاختراق - (بالبوصة)	٠,١	٠,٢	٠,٣	٠,٤	٠,٥
وحدة الحمل القياسى المقابلة (رطل/بوصة مربعة)	١٠٠٠	١٥٠٠	١٩٠٠	٢٣٠٠	٢٦٠٠

ويوجد نوعان من تجارب نسبة تحميل كاليفورنيا أحداهما تجرى فى المعمل بينما الثانية تجرى فى الحقل .

١-١ تعيين نسبة تحميل كاليفورنيا بالمعمل

١-١-١ جهاز ومعدات التجربة

الصورة بالشكل رقم (١) توضح جهاز ومعدات التجربة والتى تشمل الآتى:

١- آلة تحميل ذات سعة لاتقل عن ٥ طن ومجهزة برأس متحركة بمعدل منتظم ٠,٠٤ بوصة / دقيقة لدفع مكبس الأختراق داخل عينة الأختبار والآلة مجهزة بمؤشر لقياس الحمل بدقة ٥ جم على الأكثر وتكون آلة التحميل ميكانيكية أو يدوية .

٢- مقياس إنفعال ميكانيكي لقياس الأختراق أو الأنتفاخ ذا مدى حتى ٢٥مم دقته ٠,٠١ مم (شكل ١-أ) .

٣- مكبس الأختراق وهو اسطوانى الشكل من الصلب بقطر ١,٨٥٤ بوصة (٥٠ مم) ومساحة مقطعة ٣ بوصة مربعة (١٩,٦ سم^{٢}) وطوله لا يقل عن ١٠٠ مم ويمكن زيادة طوله طبقاً لظروف الإختبار (شكل ١-ب) .

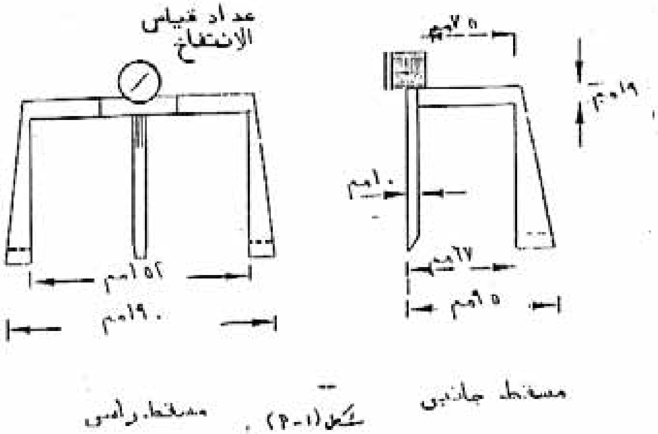
٤- قالب معدنى إسطوانى ذو قطر داخلى ١٥٢ مم وارتفاع ١٧٨ مم وقاعدة معدنية بها ثقوب دائرية بقطر لايزيد عن ١,٦ مم تثبت فى أى من نهايات القالب . وللقالب قرص معدنى فاصل بقطر ١٥١ مم وارتفاع ٦١ مم ويجوز استعمال قالب ذو أبعاد مختلفة عن القالب القياسى مزوداً بالقرص المعدنى وعلى أن يراعى الحجم الحقيقى للقالب أثناء حساب طاقة الدمك لوحدة الحجوم والمطلوب إختبار التربة عندها (شكل ١-جـ) .

٥- مطرقة دمك معدنية ذات وزن ٢,٥ كجم أو ٤,٥ كجم طبقاً لمواصفات إختبار الدمك وذلك لدمك عينة الإختبار حسب طاقة الدمك المطلوبة .

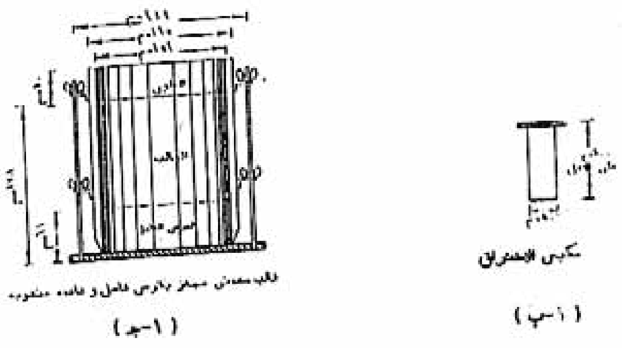
٦- عدد من الأقراص الدائرية ذات أقطار ١٤٩ مم ووزن ٢,٢٧ كجم لكل منها وبها ثقوب دائرية بقطر ٥٤ مم فى مركزها تستعمل كأوزان يتم وضعها على سطح عينة الإختبار لتمثل وزن طبقات الرصف فوق التربة (شكل ١- د) .

٧- جهاز لقياس الأنتفاخ مكون من قرص دائرى بقطر ١٤٩ مم وبه ثقوب بقطر ١,٦٠ مم وحامل معدنى يثبت عليه عداد لقياس انتفاخ العينـة أثناء الغمر بالمياه (شكل ١-هـ) .

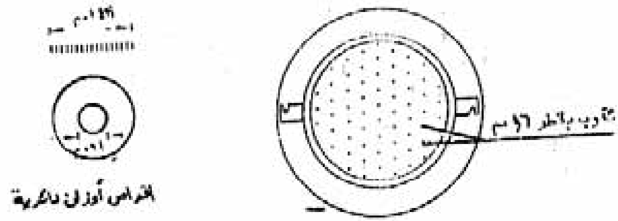
٨- ادوات مساعدة لخلط عينة من الإختبار وقدة تسوية وميزان وحـوض للغمر بالمياه وفرن تجفيف ، ورق ترشيح وأطباق .



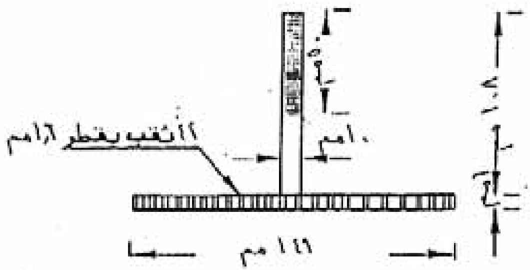
شكل (١ - أ) جهاز قياس الانتفاش وقرص التثبيت



تابع شكل (١) جهاز قياس الانتفاش وقرص التثبيت



شكل (١-و)



شكل (١-هـ)

تابع شكل (١) . جهاز قياس الانتفاش وقرص التثبيت

١-١-٢ تحضير العينة

١- يجرى إعداد ثلاث عينات أو أكثر من تربة الأساس بحيث تكون درجة الدمك للعينة الأولى أقل من ٩٥ ٪ وللعينة الثانية من ٩٥ إلى ١٠٠ ٪ وللعينة الثالثة أكبر من ١٠٠٪ ويمكن الحصول على درجات الدمك السابقة عن طريق دمك العينة على ثلاث طبقات متساوية بحيث يكون عدد الخبطات (١٠) عشرة لكل طبقة للعينة الأولى و (٣٠) ثلاثون خبطة للعينة الثانية و (٦٥) خمسة وستون خبطة لكل طبقة للعينة الثالثة (أكثر من ٥٦ خبطة تؤدى إلى درجة دمك ١٠٠ ٪) وذلك باستعمال مطرقة وزنها ٥,٥٠ رطل ومسافة سقوط ١٢ بوصة .

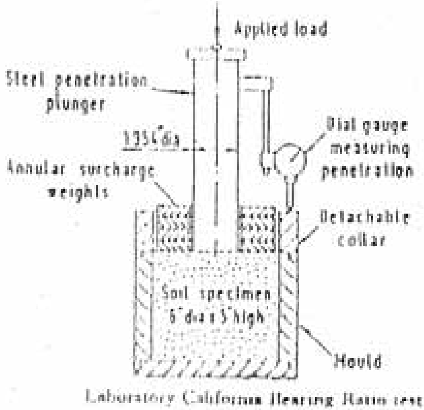
علماً بأن بعض الهيئات تفضل إجراء التجربة على عينة واحدة فقط مدموكة إلى أقصى كثافة معملية جافة .

٢- بعد عملية الدمك فى القالب فى الحالة الديناميكية تفصل الحلقة منه ويساوى سطح العينة جيداً فى مستوى الحافة ثم تفصل القاعدة وقرص الإزاحة من القالب وبه العينة المدموكة وبمعرفة وزن القالب ونسبة الرطوبة يمكن تحديد الكثافة الجافة للعينة .

٣- يوضع حمل مكافىء فوق سطح العينة ليعطى وحدة ضغط مساوية لوزن طبقات الرصف على تربة الأساس و ١٠ رطل (٤,٤٤ كيلو جرام) على الأقل أى ما يعادل عدد ٢ حلقة .

٤- تغمر العينة فى الماء وهى فى القالب فوق قرص القاعدة المثقوب لمدة أربعة أيام مع مراعاة أن يكون سطح الماء الحر أعلى من سطح العينة بمسافة لا تقل عن بوصة (٢,٥ سم) بحيث تتعرض نهايتى العينة للماء ، كما يراعى رصد قيمة الأنتفاخ الذى يحدث فى العينة أثناء الغمر .

٥- يرفع القالب بمحتوياته من حوض الغمر ويتم التخلص من المياه الحره العالقة بالعينة وذلك بوضع القالب على المنضدة لمدة ١٥ دقيقة فى الهواء ثم يوضع تحت جهاز التحميل مع مراعاة وضع نفس قيمة الحمل المكافىء إلى سطح العينة أثناء تجربة التحميل [شكل (٢)] .



Laboratory California Bearing Ratio test

شكل رقم (٢)

١-١-٣ إجراء التجربة

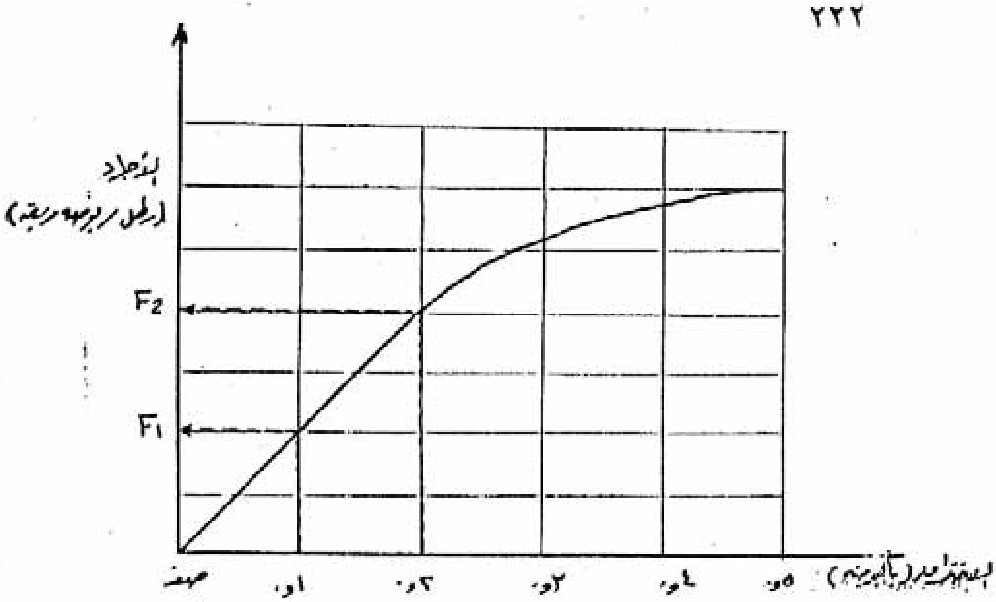
يحمل عامود الإختراق بحمل ابتدائى مقداره (١٠ رطل) واعتبار ذلك القراءة الابتدائية للحمل ثم توضع مقاييس الانفعال الميكانيكية لتسجيل قيمة الاختراق بتحميل عامود الاختراق بحمل يكافىء اختراق بمعدل ٠,٠٥ بوصة/دقيقة وترصد الأحمال المقابلة لمقادير الاختراق التالية :-

٠,٠٢٥ – ٠,٠٥ – ٠,٠٧٥ – ٠,١ – ٠,١٥ – ٠,٢٠ – ٠,٣٠ – ٠,٤٠ – ٠,٥٠ بوصة

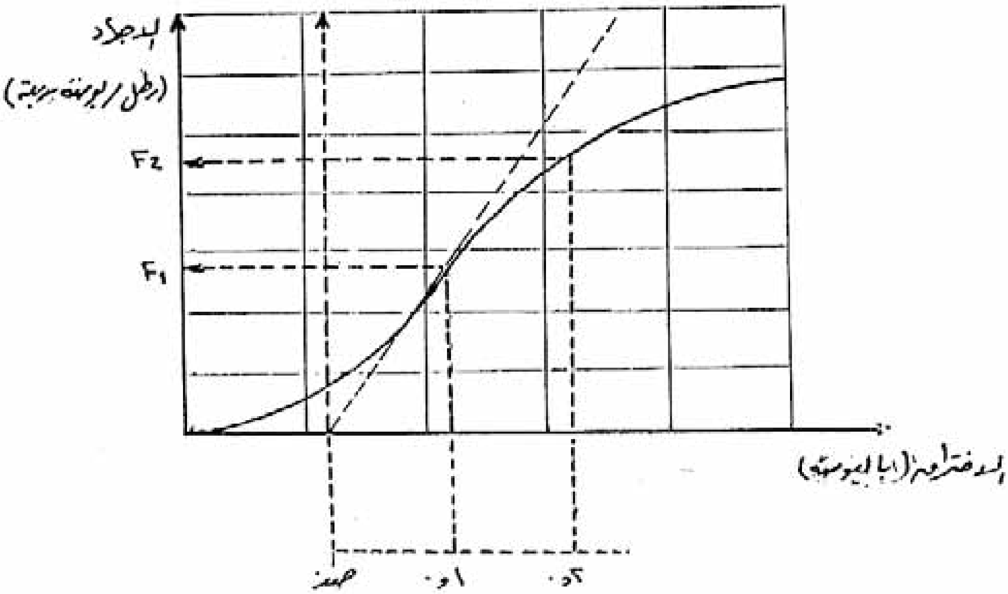
ثم بعد ذلك يتم رفع الحمل وتؤخذ عينة لتعيين محتوى الرطوبة من سطح التربة أو من داخل العينة حسب الرغبة .

١-١-٤ الحسابات

أ- ترسم العلاقة البيانية بين مقدار الاختراق وجهد الاختراق من نتائج التجربة لكل عينة من العينات الثلاثة التى تم رصدها فإذا كان منحنى هذه العلاقة منتظم الشكل مثل الموضح فى الشكل (٣- أ) تكون نتائج



شكل (٣ - أ)



شكل (٣ - ب)

شكل رقم (٣) العلاقة البيانية بين مقدار الاختراق وجهد الاختراق

التجربة سليمة ويمكن تطبيقها فى حساب نسبة تحميل كاليفورنيا أما إذا كان المنحنى غير منتظماً وله جزء منعكس عند بدايته مثل الموضح في الشكل (٣ -ب) فإن ذلك يعنى وجود أخطاء فى التجربة عند البداية مثل عدم استواء سطح العينة بعد الغمر أو بسبب انحراف عمود الغرز عن الاتجاه العمودى الصحيح على مستوى سطح العينة أو لأسباب أخرى، فإذا حدث ذلك فإنه يلزم تصحيح المنحنى وذلك برسم المماس المشترك عند نقطة انقلاب المنحنى ونقل المحور الممثل للإجهاد إلى نقطة تقاطع المماس مع محور الاختراق الأفقى كما هو موضح فى شكل رقم (٣-ب).

ب- تحسب نسبة تحميل كاليفورنيا من منحنى التجربة بعد تصحيحه إذا لم يكن المنحنى منتظماً حسب ما سبق ذكره، وذلك من قراءة قيمة الإجهاد F2 - F1 المقابلة لمقادير اختراق تساوى ١,٠ ، ٢,٠ بوصة على التوالى من منحنى التجربة ثم حساب النسبة المئوية بين وحدة أحمال التجربة ووحدة الأحمال اللازمة لنفس مقادير الاختراق فى العينة القياسية من الأحجار المكسره .

جـ- إذا كانت قيمة النسبة عند ١,٠ بوصة أكبر من قيمتها عند ٢,٠ بوصة تؤخذ النسبة الأكبر باعتبار أنها هى نسبة تحمل كاليفورنيا للتربة أما إذا كانت النسبة عند ٢,٠ بوصة هى الأكبر فتعاد التجربة على عينة أخرى من التربة فإذا.جاءت النتيجة مؤكدة لنتائج التجربة السابقة تؤخذ القيمة الأكبر وتعرف بأنها هى نسبة تحميل كاليفورنيا للتربة.

مثال :

أخذت النتائج التالية من تجارب معملية لتحديد نسبة تحمل كاليفورنيا فكانت كما يلي :

الاختراق	جهد الاختراق للتربه (١)	جهد الاختراق للتربة (٢)
	رطل / بوصة مربعة	رطل / بوصة مربعة
٠,٠٢٥	٢١٠	١٢
٠,٠٥	٣٠٠	١٧
٠,٠٧٥	٤٠٠	٣٠
٠,١٠	٥٣٠	٨٠
٠,١٥	٦٦٧	٢٠٠
٠,٢٠	٧٣٣	٣٠٠
٠,٣٠	٨٢٠	٤١٣
٠,٤٠	٨٣٣	٤٥٠
٠,٥٠	-	٤٧٦

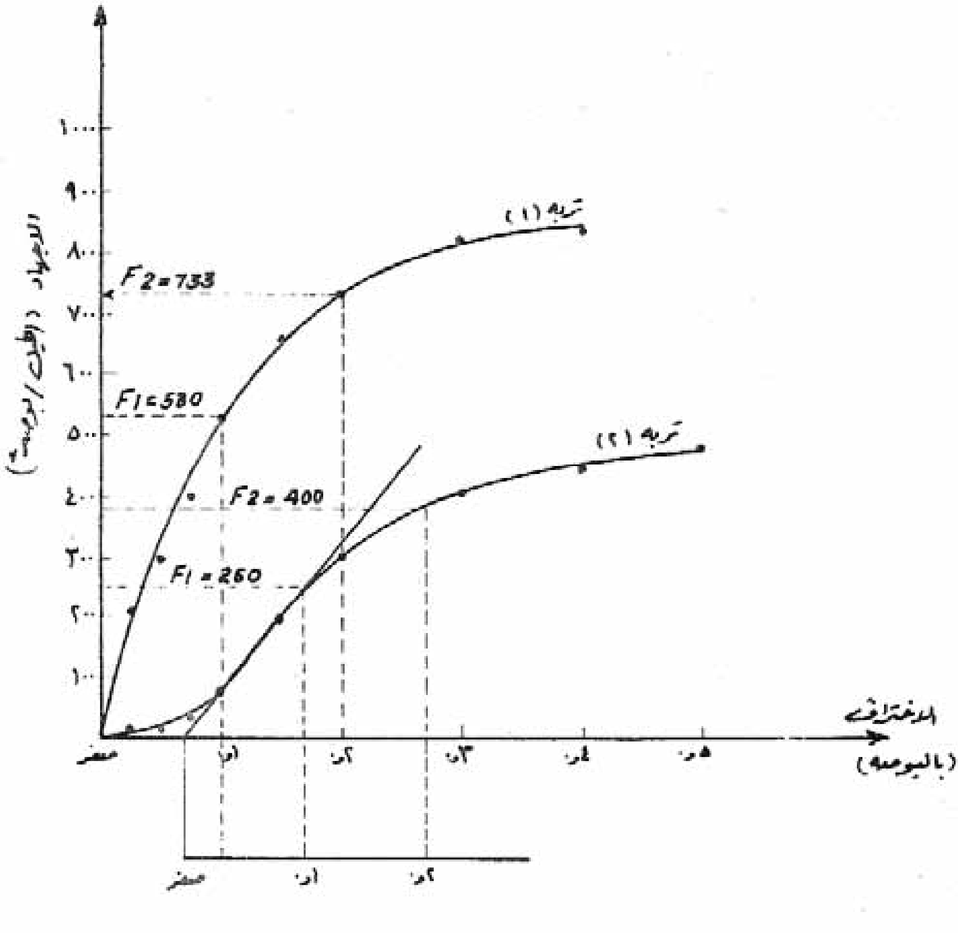
توقع الارصاد لرسم منحنى العلاقة البيانية بين الاختراق وجهد الاختراق للتربة (١) وكذلك للتربة (٢) كما هو موضح فى الشكل رقم (٤) ومنها يمكن حساب قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا كالآتى :

نسبة تحمل كاليفورنيا للتربة (١)

- نسبة تحمل كاليفورنيا عند ١,. بوصة اختراق = $\frac{٥٣٠}{١٠٠٠} \times ١٠٠ = ٥٣\%$

- نسبة تحمل كاليفورنيا عند ٢,. بوصة اختراق= $\frac{٧٣٣}{١٥٠٠} \times ١٠٠ = ٤٩\%$

.. نسبة تحمل كاليفورنيا للتربة (١) = ٥٣ ٪ .


الاجهاد (رطل/البوصة²)
١٠٠٠
٩٠٠
٨٠٠
٧٠٠
٦٠٠
٥٠٠
٤٠٠
٣٠٠
٢٠٠
١٠٠
F2=733
F1=580
F2=400
F1=260
تربة (١)
تربة (٢)
الاختراق
(بالبوصة)
صفر
١ر٠
٢ر٠
٣ر٠
٤ر٠
٥ر٠
صفر
١ر٠
٢ر٠

شكل رقم (٤)

نسبة تحمل كاليفورنيا للتربة (٢)

بعد إجراء التصحيحات على منحنى العلاقة بين الاختراق وجهد الاختراق للتربة (٢) لوجود منحنى عكسى كما هو موضح بالشكل رقم (٤) يمكن حساب نسبة تحمل كاليفورنيا للتربة (٢) كالآتى :

- نسبة تحمل كاليفورنيا عند ١.. بوصة اختراق = $\frac{٢٦٠}{١٠٠٠}$ × ١٠٠ = ٢٦٪

- نسبة تحمل كاليفورنيا عند ٢.. بوصة اختراق = $\frac{٤٠٠}{١٥٠٠}$ × ١٠٠ = ٢٧٪

وهنا يجب إعادة التجربة على العينة مرة أخرى وإذا ما تأكدت النتيجة تؤخذ النسبة ٢٧٪ وتكون نسبة تحمل كاليفورنيا للتربة (٢) = ٢٧ ٪ .

ويجب أن يشمل التقرير على ما يلى :

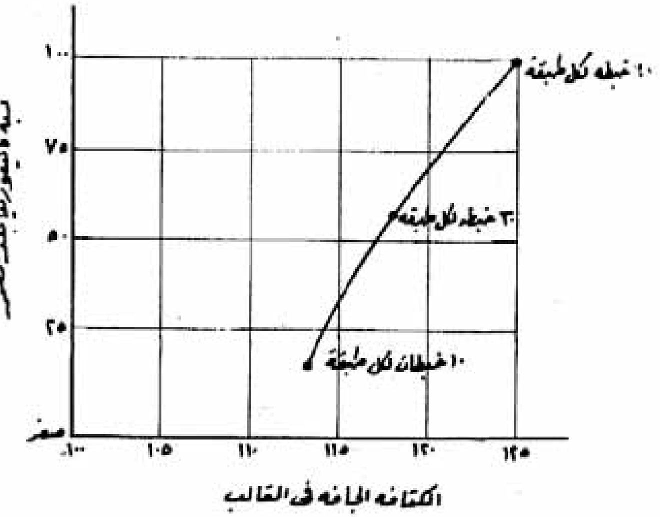
١- درجة الدمك (عدد الخبطات لكل طبقة)

٢- الكثافة الجافة للعينة

٣- نسبة الرطوبة أثناء الدمك

٤- الأنتفاخ الحادث

٥- نسبة كاليفورنيا للتحميل وتوضح كما فى الشكل التالى :



شكل رقم (٥) العلاقة بين الكثافة الجافة فى القالب ونسبة كاليفورنيا بعد الغمر
ومن هذا الشكل يمكن تحديد نسبة كاليفورنيا المناظرة لأى كثافة معلومة

١-٢ تعيين نسبة تحمل كاليفورنيا فى الحقل

يعتبر اختبار الحقل إذا ما تم تحت شروط معينة اختباراً كافياً لتحديد قدرة تحميل التربة فى موقع العمل ويمكن استعمال اختبار الموقع تحت أى من الشروط الآتية :

أ- عندما تكون التربة فى الموقع فى درجة تشبع ٨٠ ٪ أو أكثر .

ب- عندما تكون التربة من حبيبات خشنة غير متماسكة لا تتأثر بتغيير نسبة الرطوبة .

جـ- عندما تكون التربة قد سبق وضعها فى مكانها لسنين عديدة ونسبة الرطوبة ثابتة ولكنها تتغير فى حدود ضيقة .

ويجب إجراء ثلاث إختبارات في كل من طبقة الأساس وعند سطح طبقة التأسيس وفى حالة عدم توافق نتائج هذه الإختبارات الثلاثة فيجب عمل ثلاثة اختبارات إضافية اخرى ويعتبر التوافق فى نتائج هذه التجارب الثلاث مقبول إذا ما كان الاختلاف فى القراءات فى حدود الموضح فى الجدول التالى : -

نسبة تحميل كاليفورنيا	الاختلاف المسموح به فى قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا فى التجارب الحقلية
أقل من ١٠٪	٣ ٪
١٠ - ٣٠ ٪	٥ ٪
٣٠ - ٦٠ ٪	١٠ ٪
٦٠ فاكثر	ليست ذات أهمية خاصة

- فمثلاً إذا كانت الإختبارات الثلاثة ٦٪ ، ٨٪ ، ٩٪ تكون مقبولة طبقاً للجدول السابق ويمكن أن يؤخذ متوسطها ٨ ٪ .
- كما أن النتائج ٢٣ ٪ ، ١٨ ٪ ، ٢٠ ٪ تكون أيضاً مقبولة طبقاً للجدول السابق ويمكن أخذ متوسطها ٢٠ ٪ .

مع مراعاة فى حالة فشل الثلاث اختبارات الأولي في الوصول إلى نتائج قريبة حسب التوافق الموضح بالجدول فتعمل ثلاثة اختبارات اضافية فى نفس الموقع وليس فى نفس النقطة .

١-٢-١ الأجهزة

تتكون أجهزة اختبار الموقع من الآتى :

أ- جهاز التحميل : رافعة قلاووظ ميكانيكية للتحميل وسيارة نقل محملة لتزويد الرافعة القلاووظ بالمقاومة .

ب- مكبس اختراق : قطر ١,٩٥ بوصة (مساحة مقطعة ٣ بوصة مربعة) وطوله ٦ بوصة له قضيب تطويل ووصلات .

جـ- ميكرومتر وقائم .

د- أحمال إضافية : من حلقات معدنية يزن كل منها ٠٠ , ٥ رطل ذات قطر خارجى ٥,٨٧٥ بوصة وقطر داخلى ٢,١٢٥ بوصة توضع على سطح التربة أثناء إجراء التجربة .

هـ- حلقات قياسية معايرة .

و- لوح صلب : قطر ١٠ بوصة وزنه ١٠ رطل بثقب ٣,١ بوصة فى المركز .

ز- قضيب صغير على شكل قناة أو قضيب صلب لا يقل طوله عن ٦,٠٠ قدم لإستعماله كمستوى أساسى لقياس الاختراق .

حـ- أجهزة إضافية : ساعة توقيت - ملفات - جاروف- سكاكين - ملاعق - أوعية لقياس نسبة الرطوبة - مطواة حديد مستقيمة .

١-٢-٢ إجراء الإختبار

يتم عمل التجربة فى الموقع بعد إضافة الأحمال على عمود الاختراق الاسطوانى القياسى بواسطة رافعة مركبة فى عربة نقل مناسبة مع المعدات اللازمة لقياس الحمل أثناء الاختراق فى سطح التربة فى الموقع وفى هذه الحالة تتبع نفس خطوات التجربة المعملية تماماً ولكن مع ملاحظة أن التربة

المرغوب اختبارها بدون القالب بالإضافة إلى أنه لا يمكن غمر التربة للتشبع فى الحقل كما يحدث فى التجربة المعملية لصعوبة تنفيذ ذلك من الناحية العملية .

١-٣ اختبار لوح التحميل

تعمل هذه التجربة في الحقل فقط وفيها يجرى تحميل مساحة كبيرة نسبياً من السطح المرغوب إختباره بإجهادات ضغط رأسية تؤثر على أسفلها بإجهادات إضافية مماثلة تقريباً لتلك التى تحدث فى التربة تحت تأثير الأحمال الواقعة على أساسات المنشآت وهذه الإجهادات ينشأ عنها تغيير فى شكل السطح على هيئة هبوط يرجع بعضه إلى خصائص المرونة فى التربة والبعض الأخر يرجع إلى خصائص الانضغاط والذى لايمكن رجوعه بعد إزالة الحمل المؤثر على السطح وتجرى هذه التجربة الحقلية عادة للأغراض الآتيه :

١- قياس مقاومة تحمل تربة الأساس أو طبقة الأساس أو رصف الطريق بعد الإنشاء .

٢- تعيين قيمة معامل رد فعل تربة الأساس لأغراض تصميم سمك الرصف الصلب من الخرسانة الأسمنتية .

٣- تحديد العلاقة بين وحدة التحميل والهبوط تحتها .

١-٣-١ الأجهزة ومعدات التجربة

الأجهزة والمعدات اللازمة لإجراء التجربة فى الحقل تشمل الآتى :

١- لوح معدنى قياسى بقطر ٣٠ بوصة (٧٦,٢ سم) لإستعماله عند إجراء التجربة لأغراض تصميم الرصف الصلب أما فى حالة إجراء التجربة لأغراض تصميم الرصف المرن فيستخدم قرص بمساحة التماس تحت العجل التصميمى .

وعند استخدام اللوح القياسى بقطر ٣٠ بوصة فإنه يجب رص مجموعة الأقراص الخاصة بالتجربة بقطر ٢٤ بوصة (٦٠,٩٦) ، ١٨ بوصة

المرغوب اختبارها بدون القالب بالإضافة إلى أنه لا يمكن غمر التربة للتشبع فى الحقل كما يحدث فى التجربة المعملية لصعوبة تنفيذ ذلك من الناحية العملية .

١-٣ اختبار لوح التحميل

تعمل هذه التجربة في الحقل فقط وفيها يجرى تحميل مساحة كبيرة نسبياً من السطح المرغوب إختباره بإجهادات ضغط رأسية تؤثر على أسفلها بإجهادات إضافية مماثلة تقريباً لتلك التى تحدث فى التربة تحت تأثير الأحمال الواقعة على أساسات المنشآت وهذه الإجهادات ينشأ عنها تغيير فى شكل السطح على هيئة هبوط يرجع بعضه إلى خصائص المرونة فى التربة والبعض الأخر يرجع إلى خصائص الانضغاط والذى لايمكن رجوعه بعد إزالة الحمل المؤثر على السطح وتجرى هذه التجربة الحقلية عادة للأغراض الآتيه :

١- قياس مقاومة تحمل تربة الأساس أو طبقة الأساس أو رصف الطريق بعد الإنشاء .

٢- تعيين قيمة معامل رد فعل تربة الأساس لأغراض تصميم سمك الرصف الصلب من الخرسانة الأسمنتية .

٣- تحديد العلاقة بين وحدة التحميل والهبوط تحتها .

١-٣-١ الأجهزة ومعدات التجربة

الأجهزة والمعدات اللازمة لإجراء التجربة فى الحقل تشمل الآتى :

١- لوح معدنى قياسى بقطر ٣٠ بوصة (٧٦,٢ سم) لإستعماله عند إجراء التجربة لأغراض تصميم الرصف الصلب أما فى حالة إجراء التجربة لأغراض تصميم الرصف المرن فيستخدم قرص بمساحة التماس تحت العجل التصميمى .

وعند استخدام اللوح القياسى بقطر ٣٠ بوصة فإنه يجب رص مجموعة الأقراص الخاصة بالتجربة بقطر ٢٤ بوصة (٦٠,٩٦) ، ١٨ بوصة

(٤٥,٧٢ سم) ، ١٢ بوصة على التوالى فوق بعضها على القرص حتى يمكن التأكد من سلوك قرص التحميل أثناء التجربة كجسم صلب ، ويكتفى بقرص واحد بقطر ٣٠ بوصة (٧٦,٢ سم) بشرط أن يكون بالصلابة الكافية .

٢- رافعة هيدروليكية مجهزة لقياس الحمل يتم معايرتها وعلى أن تكون بطاقة تحميل كافية لأغراض التجربة .

٣- مقاييس انفعال ميكانيكية لرصد الهبوطات بالدقة الكافية مع المعدات اللازمة لتركيبها وتشغيلها بكفاءة دون أى تأثيرات خارجية .

٤- وسيلة تحميل مثل جرار أو مقطورة أو سطح هيكلى محمل بأوزان كافية حتى يمكن الوصول لتحميل التجربة إلى أقصى قيمة حمل عجل متوقع .

١-٣-٢ خطوات إجراء تجربة

تتلخص خطوات إجراءات تجربة تحميل اللوح فيما يلى :

١- يجب أن يكون السطح المرغوب إختباره مستوياً تماماً ثم يتم تحبيش قرص التحميل جيداً على السطح وذلك بتدويره اثناء الضغط عليه ليرتكز جيداً بكامل مساحته على التربة وفى سبيل تحقيق ذلك يمكن استخدام طبقة رقيقة من الرمل النظيف أو عجينة باريس فى حالة التربة الخشنة ليرتكز عليها قرص التحميل مع ضرورة التأكد من صلابته واستوائه تماماً فى المستوى الأفقى .

٢- توضع أجهزة رصد قراءات الهبوط بالقرب من الحافة الخارجية للقرص الكبير وذلك فى نقط الثلث أو الربع لتلافى أخطاء الرصد مع مراعاة أخذ متوسط القراءات فى كل مرة مع مراعاة إضافة حمل إبتدائى يعادل وحدة ضغط قيمتها رطل واحد على البوصة المربعة ثم رفع وإزالة هذا الحمل بسرعة بعد ثوانى قليلة لضمان ارتكاز قرص التحميل بكامل مساحته على السطح .

٣- يجرى تحميل القرص تدريجياً على مراحل وذلك بإضافة أجزاء متساوية من الحمل (P) لاتزيد قيمتها عن ١٠٪ من قيمة الحمل الأقصى المقرر للإختبار ويراعى ثبات الحمل (تثبيت قراءة مقياس الضغط) فى كل مرحلة لمدة كافية لا تقل عن ٢٠ دقيقة وقد تمتد إلى حوالى ساعة إلى أن تتوقف الزيادة فى الهبوط أو أن يقل معدل الزيادة فى الهبوط عن ٠,٠٠٥ بوصة فى الدقيقة فى حالة التربة الطينية وذلك قبل إضافة الحمل للمرحلة التالية، ويتم رصد قيم الهبوط فى نهاية كل مرحلة وقبل وبعد إضافة الحمل مباشرة حتى الوصول إلى الحمل الأقصى المقرر للإختبار أو الهبوط الأقصى المسموح به حسب أغراض التجربة .

٤- بعد الوصول إلى الحمل الأقصى للتجربة يجرى تخفيض الأحمال المؤثرة على مراحل بنفس أسلوب التحميل إلى أن يتم إزالة حمل التجربة تماماً مع رصد قيم ارتداد أيضاً قبل وبعد تخفيض الحمل مباشرة فى كل مرحلة مع مرور فترة زمنية كافية لتوقف الارتداد فى كل مرحلة .

٥- يتم عمل تجارب الفحص والإختبار اللازمة لتوفير البيانات الخاصة بخصائص تربة الأساس وطبقة الأساس فى حالة إختبارها مثل التدرج الحبيبى وحدود أتربرج (حدى السيولة واللدونة) ونسبة الرطوبة الطبيعية والكثافة الجافة مع أخذ عينات غير مقلقله من تربة الأساس لعمل تجارب الإنضغاط اللازمة لتصحيح نتائج تجربة التحميل عند تشبع التربة بالمياه تحت الرصف بعد الإنشاء .

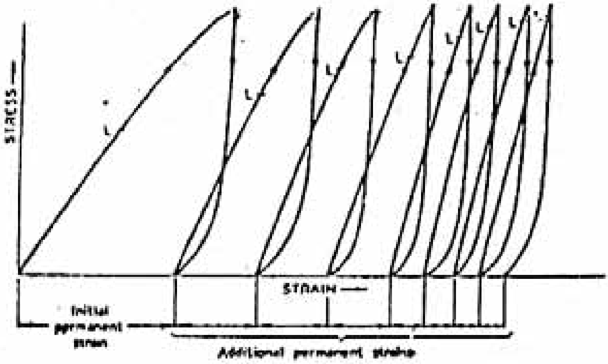
٦- يجرى عمل تجربة الضغط المحورى والجانبى أو تجربة التصلب فى المعمل على أحد العينات المستخرجة من الموقع عند درجة الكثافة والرطوبة السائدة فى الحقل وقت إجراء التجربة لتحديد قيمة الإنضغاط (δ) الذى يحدث فيها تحت تأثير وحدة حمل ضغط يساوى ١٠ رطل على البوصة المربعة كما يجب عمل نفس التجربة على عينة أخرى مماثلة للعينة الأولى من التجربة ولكن بعد غمرها بالمياه لتصل إلى

درجة التشبع التام لتحديد قيمة الإنضغاط (δ s) تحت تأثير حمل ضغط يساوى ١٠ رطل على البوصة المربعة أيضاً .

وتسمى التجربة التى تتبع فيها الخطوات التى سبق سردها بتجربة تحميل القرص لدورة واحدة وتستعمل عادة لتحديد قيمة معامل رد فعل تربة الأساس (K) لأغراض تصميم الرصف .

أما إذا كان الغرض من التجربة هو تحديد قوة تحمل تربة الأساس أو طبقة الأساس أو تحديد العلاقة بين وحدة التحميل والهبوط لأغراض تصميم الرصف المرن فيجرى التحميل بغرض تعيين قيمة وحدة التحميل (P) التى تحدث هبوط مقداره يساوى قيمة الهبوط القصوى المسموح بها وهى ٠,٠٥ بوصة للرصف الصلب ، ٠,١ بوصة فى الرصف المرن للطرق و ٠,٢ بوصة للرصف المرن فى المطارات .

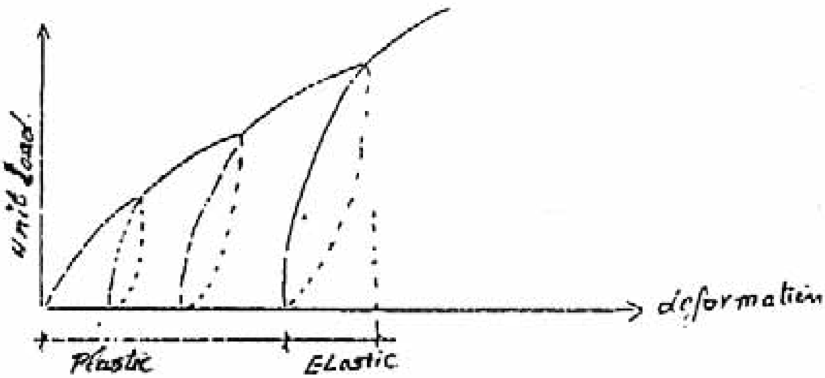
هذا ويمكن إجراء التجربة لدراسة تأثير الأحمال المتكررة سواء بتكرار نفس قيمة الحمل عدة مرات (شكل ٦-أ)، أو بتكرار التحميل على دورات مع زيادة الحمل فى كل دورة والشكل (٦ - ب) يبين منحنى العلاقة بين وحدة التحميل (P) والهبوط (δ) من نتائج هذا النوع من التجارب .



L = Approximate limit of proportionality

TYPICAL STRESS/STRAIN RELATIONSHIP FC
REPEATED APPLICATION OF COMPRESSIVE LOAD TO SAND
CLAY

شكل رقم (٦ - أ)



شكل رقم (٦ - ب)

تاثير مساحة لوح التحميل

فى حالة سلوك التربة تحت تأثير الأحمال الواقعة على لوح معدنى صلب طبقاً لسلوك الأجسام المرنة فإن العلاقة بين قيمة وحدة التحميل (μ) المؤثرة على لوح التحميل اللازمة لحدوث هبوط مقداره أكبر من ١,. بوصة (خارج حدود المرونة) ومقاومة تحمل التربة يمكن التعبير عنها بالمعادلة الآتية :

$$\mu A = n A + m P$$

حيث :

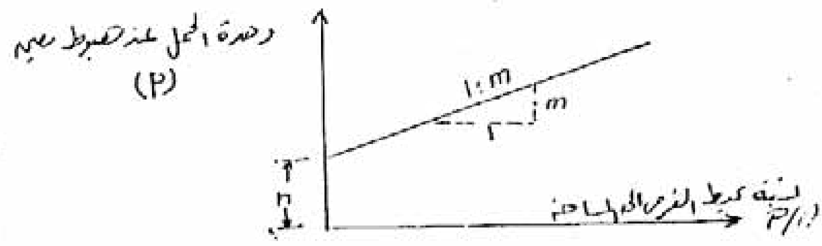
μ = وحدة حمل الضغط المؤثر على القرص .

n = وحدة جهد الضغط الواقع على التربة تحت القرص ويساوى رد فعل التربة .

m = وحدة جهد القرص الخطى على حافة قرص التحميل الخارجية .

A = مساحة القرص .

P = محيط القرص الخارجى .



شكل رقم (٧)

ويمكن وضع المعادلة السابقة فى الصورة الآتية :

$$\mu = n + m \frac{P}{A}$$

ويمكن تمثيل العلاقة بين وحدة الحمل الواقع على قرص التحميل (µ) والنسبة بين المحيط ومساحة القرص (P / A) فى المعادلة السابقة بيانياً بخط مستقيم ظل زاوية ميله مع الأفقى تساوى (m) وتقاطعه مع المحور الرأسى يساوى (n) وعلى ذلك يمكن تعيين قيم ثوابت المعادلة السابقة (m , n) من نتائج تجارب التحميل على ألواح بأقطار مختلفة عند قيم هبوط واحدة تساوى ٠,١ بوصة أو ٠,٢ بوصة على ألا تقل عدد التجارب عن تجربتين توقع نتائجهما بيانياً حسب الشكل رقم (٧) والمعادلة السابقة صحيحة فقط فى حالة التحميل إلى قيم هبوط كبيرة خارج حدود المرونة فى التربة باستعمال ألواح تحميل لها صلابة عالية .

ويلاحظ أن النسبة بين محيط ومساحة اللوح الدائرى (P / A) تقل مع زيادة قطر اللوح ولذلك يفضل إجراء تجارب التحميل باستعمال اللوح القياسى بقطر ٣٠ بوصة وهو القطر الأكبر وذلك حتى يمكن تلافى تأثير مساحة لوح التحميل على نتائج التجربة .

أما فى حالة إجراء تجارب التحميل لأغراض تصميم الرصف المرن فإنه يجب استخدام ألواح تحميل تساوى مساحة التماس بين العجلة وسطح الطريق.

معامل رد فعل تربة الأساس

يمكن حساب قيمة معامل رد فعل التربة من تحليل نتائج تجربة التحميل على لوح قياس قطر ٣٠ بوصة وذلك بعد رسم العلاقة البيانية بين قيم وحدة التحميل على القرص والهبوط المرن فى كل مرحلة من مراحل التحميل أثناء التجربة كما فى الشكل رقم (٨) ومن هذه العلاقة يمكن تحديد معامل رد فعل التربة (K) وهو يساوى ميل الجزء المستقيم من منحنى العلاقة عند بدايته من المعادلة الآتيه :-

$$K = \frac{\text{وحدة الحمل (} \mu \text{) لقيم تتراوح من ٥ إلى ١٠ رطل على البوصة المربعة}}{\text{مقدار الهبوط (} \Delta \text{) بالبوصة المقابلة لوحدة الحمل (} \mu \text{)}}$$

ويمكن تعيين قيمة (K) بإتباع أى من الطريقتين التاليتين : –

أ– تعيين وحدة الحمل (μ) عند هبوط مقداره ٠,٠٥ . بوصة وفى هذه الحالة فإن قيمة

$$K_{0.05} = \frac{\mu\ 0.05\ \text{بالرطل على البوصة المربعة}}{0.05}$$

ب– تعيين مقدار الهبوط (Δ١٠) المقابل لوحدة تحميل تساوى (١٠) رطل على البوصة وفى هذه الحالة فإن الحالة ((K) تكون كالآتى :

$$K = \frac{١٠}{\Delta_{١٠}}$$

والطريقة (ب) هى الطريقة التى يوصى بإستعمالها سلاح المهندسين بأمريكا والتى يشيع استعمالها الأن خاصة إذا أُتبعت خطوات إجراء تجربة التحميل السريعة التى وضعت بمعرفتهم وتتلخص فى وضع حمل التجربة مرة واحدة بما يعادل وحدة حمل (١٠) رطل على البوصة المربعة أى حمل كلى للتجربة يساوى (٧٠٧٠) رطل على قرص التحميل القياسى بقطر ٣٠ بوصة يضاف مرة واحدة خلال (١٠) ثوانى ويستمر حمل التجربة إلى أن تتوقف الزيادة فى مقدار الهبوط أو إلى أن يقل معدل الزيادة فى مقدار الهبوط عن ٢,٠ بوصة فى الدقيقة فى حالة عمل التجربة على تربة طينية .

تصحيح قيمة معامل رد فعل التربة (K)

١– التصحيح لزيادة نسبة الرطوبة بعد الرصف

تجرى تجربة تحميل القرص عادة على تربة الأساس فى الحقل بعد إعدادها ودمكها عند نسبة الرطوبة المثلى والكثافة الجافة المرغوبة قبل إنشاء طبقة الأساس والرصف، ونظراً لأن تربة الأساس غالباً ما تتعرض إلى زيادة نسبة الرطوبة فيها بعد مدة من إنشاء الرصف فوقها خاصة فى حالة

التربة الطينية فإنه يجب تعديل قيمة (K) التى تم حسابها من نتائج تجربة تحميل اللوح على النحو السابق ذكره بما يناسب أسوأ الظروف المتوقعة فيما يتعلق بزيادة نسبة الرطوبة فى تربة الأساس تحت الرصف إلى حد قد يصل إلى التشبع الكامل . لذلك يتم عمل تجارب ضغط معملية على عينات طبيعية غير مقلقلة مستخرجة من تربة الأساس على النحو السابق ذكره فى البندين (٦،٥) من خطوات إجراء التجربة لتحديد قيم الإنضغاط (δ) عند نسبة الرطوبة السائدة فى الحقل وقت التجربة و (δ s) بعد الغمر فى الماء لدرجة التشبع حسب المبين فى الشكل (٩) وتكون قيمة معامل رد فعل التربة (K s) المعدل بعد التصحيح للتشبع هو :

$$K_s = K \frac{(\delta)}{(\delta_s)}$$

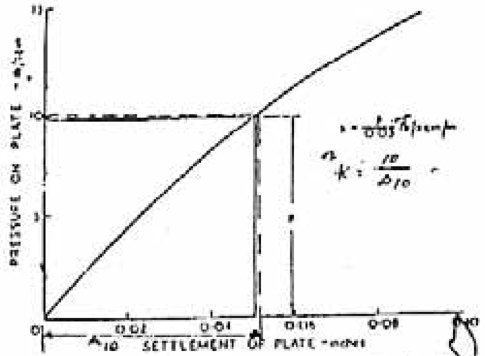
حيث

K_s , K قيم معامل رد فعل تربة الأساس عند نسبة الرطوبة وقت التجربة وبعد التشبع .

$(\delta_s) , S$ قيم الإنضغاط فى عينات التربة عند نسبة الرطوبة وقت التجربة وبعد التشبع تحت حمل ضغط يساوى (١٠) رطل على البوصة المربعة .

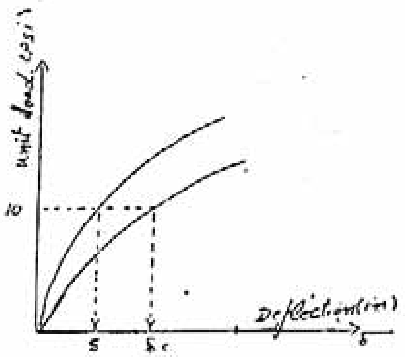
٢- التصحيح لإنحناء لوح التحميل

قد يتعرض لوح التحميل إلى الإنحناء تحت أحمال التجربة العالية فى حالة إرتكاز القرص على تربة عالية المقاومة مما يسبب أخطاء فى قراءات الهبوط أثناء التجربة . لذلك يجب تعديل قيم K وذلك بإستخدام المنحنى الصحيح لانحناء لوح التحميل المُعد خصيصاً لذلك .



(a) Result of plate-bearing test on natural subgrade

شكل رقم (٨)



شكل رقم (٩)

١-٤ مقاومة القص فى التربة

يرجع إلى الكود المصرى لميكانيكا التربة وتصميم وتنفيذ الأساسات (١٩٩٥) الجزء الثانى : الإختبارات المعملية .

الإختبارات المعملية لقياس الرطوبة فى التربة

الغرض من هذه الإختبارات هو تعيين محتوى الرطوبة وهو يساوى النسبة المئوية لوزن الماء فى حجم معين من التربة إلى وزن التربة الجافة فى هذا الحجم ويمكن تعيينها بعدة طرق منها ما يلى :

- الطريقة القياسية وهى التى تستعمل فيها الفرن فى التجفيف .
- طريقة استخدام الحمام الرملى وتستعمل كبديل سريع للطريقة القياسية وهى أقل منها دقة ويمكن استعمالها فى الموقع .
- طريقة استخدام غاز كربيد الكالسيوم وتستعمل أيضاً كبديل سريع للطريقة القياسية ويمكن استعمالها فى الموقع.

١- الطريقة القياسية

أ- يستخدم فى هذه الطريقة :

- فرن تجفيف كهربائى آلى يمكن تثبيت درجة حرارته عند ١٠٥ °م وموازين حساسه بحساسية لاتقل عن ٠,١ جم، ومجموعة من العلب الألومنيوم أو أى معدن مقاوم للصدأ والتآكل أو التحلل من تكرار عملية التسخين والتبريد لها غطاء محكم مجفف وجاروف .

ب- الطريقة

لتعيين رطوبة التربة تتبع الخطوات التالية :

- توزن علبة العينات المناسبة على الميزان الحساس وهى فارغة وجافة ونظيفة وعليها غطاؤها وليكن وزنها m_1
- يؤخذ حوالى ٣٠ جم من التربة الناعمة الحبيبات أو حوالى ٣٠٠ جم من التربة المتوسطة الحبيبات أو حوالى ٣ كجم من التربة الخشنة الحبيبات وتوضع وهى مفككة فى العلبة المناسبة لنوع التربة وتغطى لمنع تسرب الرطوبة منها ثم توزن العلبة بمحتوياتها لأقرب ٠,١٠جم وليكن وزنها m_2
- يزال غطاء العلبة وتوضع فى فرن درجة حرارته ١٠٥ - ١١٠ درجة منوية لمدة ٢٤ ساعة، وإذا كانت التربة تحتوى على مادة

الجبس والجير فيفضل تجفيفها فى درجة حرارة لا تزيد عن ٨٠ °م ولفترة أطول من ٢٤ ساعة، يجب تسجيل ذلك مع نتائج الإختبار ، وعموماً تعتبر العينة جافة إذا كان الفرق بين وزنها فى مرتين متتاليتين بفاصل ٤ ساعات داخل الفرن لا يزيد عن ٠,١ من وزنها الأصلى .

- تنقل العلبة بمحتوياتها من الفرن (تغطى بالغطاء) ثم توضع فى المجفف .
- توزن العلبة مغطاة بمحتوياتها وليكن هذا الوزن m_3

جـ- يتم حساب النسبة المئوية لرطوبة العينة من المعادلة .

$$W = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} X\ 100$$

حيث W هى النسبة المئوية للرطوبة .

٢- طريقة استخدام الحمام الرملى

يستعمل هذا الإختبار كبديل سريع للطريقة القياسية لتعيين محتوى الرطوبة للتربة بالموقع ، وهذه الطريقة أقل دقة من الطريقة القياسية ويجب عدم استعمالها إذا كانت التربة تحتوى على كميات كبيرة من الجبس أو المواد الجيرية أو المواد العضوية .

- ويستخدم في هذه الطريقة علبة من الألومنيوم أو المعدن المقاوم للصدأ أو التآكل أو التحلل من تكرار التسخين والتبريد لها غطاء محكم وتكون أحجام هذه العلبة كما يلى :
- علبة قطرها حوالى ٥٠ مم وارتفاعها ٢٥ مم تستخدم لعينات التربة الناعمة الحبيبات .
- علبة قطرها حوالى ٢٠٠ مم وارتفاعها حوالى ٥٠ مم تستخدم لعينات التربة المتوسطة والخشنة الحبيبات .
- حمام رملى يتكون من جفنة ذات قطر أكبر من قطر العلبة ويحتوى على رمل نظيف بعمق لا يقل عن ٢٥ مم.

- ميزان حساس تبلغ دقته ٠.١ جم .
- سكينة خلط بطول ١٠٠ عرض ٢٠ مم .
- ويتبع ما يلي في التجربة :
- تغسل العلبة وتجفف وتوزن لأقرب ٠.١ جم وليكن هذا الوزن m_1 .
- يؤخذ حوالى ٣٠ جم من التربة الناعمة الحبيبات أو ٣٠٠ جم من التربة المتوسطة والخشنة الحبيبات وتوضع العينة وهى مفككة فى العلبة المناسبة لنوع التربة وتغطى بالغطاء لمنع تسرب الرطوبة منها وتوزن العلبة مغطاة بمحتوياتها لأقرب ٠.١ جم وليكن هذا الوزن m_2 .
- يزال غطاء العلبة وتوضع على الحمام الرملى الذى يسخن بواسطة الموقد مع مراعاة عدم زيادة حرارة الحمام الرملى إلى درجة عالية ، يمكن اكتشاف زيادة الحرارة بوضع قطع صغيرة من الورق الأبيض مختلطاً بالتربة وتكتشف زيادة الحرارة إذا تحول الورق إلى لون بنى .
- بعد اتمام التسخين لمدة ساعة تقريباً ترفع العلبة من الحمام الرملى وتغطى بالغطاء وتوضع فى المجفف لتبرد .
- توزن العلبة مغطاة بمحتوياتها m_3 .
- وتحسب النسبة المئوية لمحتوى الرطوبة للعينة منسوب إلى الوزن الجاف لها من المعادلة الآتية :

$$W = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \times 100$$

تسجل النتائج ثم تحسب النسبة المئوية لمحتوى الرطوبة لأقرب عددين إذا كانت قيمتها لا تزيد عن ١٠٪ فإذا زادت عن ١٠٪ تسجل بالنسبة لأقرب رقم صحيح وتذكر الطريقة المستخدمة فى الحصول على هذه النسبة .

٣- طريقة استعمال جهاز ضغوط غاز كربيد الكالسيوم (الأستيلين)

يستعمل هذا الإختبار كبديل سريع للطريقة القياسية لتعيين محتوى الرطوبة للتربة سواء فى الموقع أو فى المعمل، يجب عدم استعمال هذه الطريقة لعينات التربة الخشنة الحبيبات التى تحتجز على منخل مقاس فتحة ٤,٧٥ مم والتى تؤثر على دقة الإختبار، وفى حالة استخدام عينة تزن ٦ جرام يجب ألا تحتوى على حبيبات خشنة محجوزة على منخل مقاس فتحته ٢,٣٦ مم .

أ- وتستخدم الأجهزة التالية :

- جهاز قياس ضغط غاز كربيد الكالسيوم .
- ميزان معايرة ملحق بالجهاز لوزن كمية محدودة من التربة تتناسب مع حجم الجهاز وكمية كربيد الكالسيوم المستعملة .
- عدد ٢ كرة من الحديد بقطر حوالى ٣٢ مم .
- فرشة وقطعة من القماش للتنظيف .
- ملعقة معايرة ملحقة بالجهاز لتقدير كمية كربيد الكالسيوم المطلوبة حسب حجم الجهاز المستعمل .

وتستعمل مع الجهاز مادة كربيد الكالسيوم ويجب أن تكون مطحونة جيداً وذات تدرج قادر على انتاج كمية من غاز الستلين لا تقل عن ١٣٢ متر مكعب لكل كيلو كربيد .

وتتبع الخطوات التالية فى الإختبار :

- عند استعمال جهاز كبير يسع عينة تزن ٢٦ جم توضع ثلاث ملاعق مملوءة من مادة كربيد الكالسيوم (حوالى ٢٤ جم) فى الجهاز وعند استعمال جهاز صغير يسع عينة تزن ٦ جرام توضع ملعقة واحدة من المادة .
- توزن عينة من التربة مقدارها ٢٦ جرام فى حالة استعمال الجهاز الكبير أو عينة من التربة مقدارها ٦ جرام فى حالة استعمال الجهاز الصغير وذلك بإستخدام الميزان الملحق .
- توضع عينة التربة التى تم وزنها فى غطاء الجهاز ومع الحفاظ على وضع الجهاز أفقياً يتم تركيب غطاؤه الذى يثبت فى مكانه

بربط مسمار قلاووظ عليه مع ضرورة مراعاة عدم تلامس عينة التربة مع مادة كربيد الكالسيوم قبل إحكام قفل غطاء الجهاز .

- يرفع الجهاز إلى الوضع الرأسى بحيث تسقط العينة من الغطاء إلى الجهاز .
- يرج الجهاز بقوة حتى تتفتت عينة التربة وتسمح بالتفاعل بين مادة كربيد الكالسيوم ورطوبة التربة وعند استعمال الكرات الحديدية فى الجهاز يجب هز الجهاز بحركة دائرية رأسياً حتى لا تتسبب الكرات فى إتلاف الجهاز أو تتراكم حبيبات التربة فى الفتحة المؤدية إلى مخارج الضغط وتستمر عملية الهز لمدة لا تقل عن دقيقة فى حالة التربة الرملية ولمدة لاتقل عن ٣ دقائق لأنواع التربة الأخرى وذلك لإتاحة حدوث تفاعل كامل بين كربيد الكالسيوم ورطوبة التربة ، كما يجب أن يكون الوقت كافياً للسماح بإنتشار الحرارة الناجمة عن التفاعل الكيميائى.
- عند توقف مؤشر الجهاز عن الحركة تتم قراءة المقياس بحيث يكون الجهاز محمولاً فى وضع أفقى وفى مستوى الرؤية (العين) .
- يتم تسجيل وزن عينة التربة وقراءة مقياس الجهاز .
- يبعد غطاء الجهاز عن الشخص القائم بإجراء الإختبار ثم يتم فتح الغطاء ببطء للسماح بتفريغ الجهاز من الغاز ثم يفرغ الجهاز من محتوياته وينظف بالفرشاه، إذا كانت محتويات الجهاز غير مفتتة تماماً تعاد التجربة باستعمال عينة أخرى .
- تعبر قراءة مقياس الجهاز W c عن نسبة محتوى الرطوبة للعينة منسوباً إلى الوزن الرطب لها ويتم تحويل هذه القيمة منسوبة إلى الوزن الجاف .

ويمكن حساب محتوى الرطوبة منسوباً إلى الوزن الجاف لها من العلاقة الآتية :

$$W = Ww / W_s = Wc / (1 - Wc)$$

حيث :

Ww وزن الماء

Ws وزن العينة الجافة

W محتوى الرطوبة منسوباً إلى الوزن الجاف

Wc محتوى الرطوبة منسوباً إلى الوزن الرطب

ويجب عمل معايرة دورية للجهاز .

تتم المعـايرة بعمل إختبارات تعيين محتوى الرطوبة باستعمال الطريقة القياسية على التربة المحلية، وعند نسب مختلفة من الرطوبة يتم تحديد محتويات الرطوبة المنسوبة للعينات منسوبة للوزن الجاف لها مع تحديد قراءة مقياس الجهاز لكل عينة، تتم مقارنة هذه النتائج مع النتائج المحسوبة بالطريقة القياسية .

إختبار تقدير المواد اللدنة الرفيعة فى المواد الصلبة المتدرجة والتربة بطريقة المكافىء الرملى الواردة فى كتاب الإختبارات القياسية لسنة ١٩٩١ ط (١٠٤)

١- مقدمة

المقصود من هذا الإختبار هو الحصول على كميات المواد الرفيعة اللدنة فى الحصى المتدرج والتربة بطريقة سريعة فى الغيط .

٢ – الجهاز :

أ- اسطوانة قياس شفافة ومدرجة قطرها الداخلى ١,٢٥ بوصة وبأرتفاع حوالى ١٧ بوصة ، والتدرج حتى ١٥ بوصة لكل قسم أو ١ ،. بوصة مبتدئاً من القاع .

ب- أنبوبة من النحاس الأحمر أو الأصفر قطرها الخارجى ٤/١ بوصة نهايتها مغلقة بحيث تأخذ الشكل المطلوب. ويعمل ثقبان (مثقاب مقاس ٦٠) فى الجانب المبطط من الجزء المسلوب من الأنبوبة بالقرب من طرفها .

جـ- زجاجة حجم جالون مزودة بتركيبة سيفون ومكونة من سدادة بها ثقبين وأنبوبة ملونة نحاسية مثناه وتوضع الزجاجة على ارتفاع ٣ اقدام أعلى منضدة العمل .

د- خرطوم كاوتشوك قطر ٣/١٦ بوصة مزود بضاغط لقطع التيار وهذا الخرطوم لتوصيل الأنبوبة النحاسية مع السيفون .

هـ- قدمه ثقل مكونة من قضيب معدنى بطول ١٨ بوصة مزود من نهايته السفلى بقدمة مخروطية بقطر ١ بوصة، والقدمة بها ثلاثة مسامير قلاووظ صغيرة حتى يمكن تركيز القدمة فى الأسطوانة ويعمل غطاء بمقاس أعلى الأسطوانة ويحيط بدون إحكام حول القضيب وذلك بغرض تركيز أعلى القضيب داخل الاسطوانة ويركب فى أعلى القضيب ثقل بحيث يكون وزن التركيبة الكلى ١كجم .

و- علبة قياس حجم ٣ أوقية (٨٨ سم٣) .
ز- قمع واسع لنقل التربة إلى الاسطوانة .
ح- كمية محلول كالآتى :
٤٥٤ جم كلوريد كالسيوم غير متميع .
٢٠٥٠ جم (١٦٤٠ سم ٣) جلسرين (U.S.P) .
٤٧ جم (٤٥ سم٣) فورمالد هايد (٤٠ ٪ بالحجم)

يذاب كلوريد الكالسيوم فى ١/٢ جالون من الماء ثم يبرد ويرشح فى ورقة ترشيح دائماً رقم ١٢ أو أى وزقة ترشيح مشابهة .

يضاف الجلسرين والفورمالدهايد إلى المحلول المرشح ويخلط جيداً ثم يخفف إلى ١ جالون بواسطة ماء الشرب وتملأ الأسطوانة المدرجة حتى علامة ٤,٤ بوصة للحصول على ٨٨ سم٣ المطلوب من المحلول .

ويمكن اختبار صلاحية الماء بمقارنة نتائج هذا الاختبار (المكافىء الرملى) بإستخدام الماء المراد التحقق منه مع النتائج بإستخدام الماء المقطر .

٣- خطوات العمل

أ- تحضير العينة : المواد التى تستخدم فى هذا الاختبار هى الجزء المار من المنخل رقم ٤ وعلى ذلك إذا كانت العينة تحتوى على حصويات غليظة فإنه يجب فصلها على المنخل رقم ٤ بعد تكسير كتل المواد الرفيعة . إذا لم تكن العينة الأصلية رطبة فإنه يجب ترطيبها بالماء قبل عملية الفصل وإذا كانت الحبيبات الغليظة مغلفة بمواد لا يتيسر إزالتها بعملية الفصل ، تجفف الحبيبات الغليظة ثم تفرك باليد ويضاف الغبار إلى الجزء الرفيع .

ب- يجهز السيفون للعمل وذلك بالنفخ فى أعلى أنبوبة المحلول خلال أنبوبة صغيرة مع فتح الضاغط وعند ئذ يصبح الجهاز معداً للإستعمال.

جـ- يفرغ محلول الإختبار بواسطة السيفون فى الاسطوانة حتى عمق ٤ بوصة .

د- يفرغ في الاسطوانة حجم علبة قياس من عينة التربة المجهزة وحجم علبة القياس يعادل في المتوسط ١١٠ جم من المواد السائبة ، يخبط على أسفل الاسطوانة جيداً بواسطة كف اليد عدة مرات وذلك لإخراج أي فقاعات هوائية وكذلك لتساعد في بل العينة ثم تترك التربة لمدة ١٠ دقائق .

هـ- بعد نهاية العشر دقائق تغطى الاسطوانة بواسطة سدادة وترج بشدة من جانب إلى آخر في اتجاه أفقي وتعمل ٩٠ دورة في حوالي ٣٠ ثانية بحيث يكون المشوار حوالي ٨ بوصات (٢٠ سم) والدورة تتكون من حركة كاملة ذهاباً وإياباً . وحتى يمكن رج العينة جيداً بهذه السرعة فإنه من الواجب على القائم بهذه العملية استخدام الجزء الأمامي من الذراع فقط مع جعل الجسم والكتاف في حالة استرخاء وقد يستخدم جهاز لهذا الغرض .

و- تزال السداد وتوضع الأنبوبة النحاسية وتشطف الجوانب للأسطوانة ثم يتم إنزال الأنبوبة حتى قاع الاسطوانة وتفصل إلى أعلى المواد الطينية من الرمل وذلك بغمر الأنبوبة بلطف مع ادارة الاسطوانة ببطء وعند ارتفاع الماء حتى علامة ١٥ بوصة ترفع الأنبوبة النحاسية بهدوء بدون قطع التيار بحيث يحافظ على منسوب السائل عند حوالي ١٥ بوصة أثناء سحب الأنبوبة كلية ثم يضبط المنسوب نهائي عند علامة ١٥ بوصة ثم تترك المواد بدون قلقلة لمدة ٢٠ دقيقة بالضبط ، واهتزاز أو حركة الأسطوانة أثناء هذه الفترة مما يؤثر على المعدل العادي لترسيب الطين المعلق مما يترتب عليه نتيجة غير سليمة .

ز- في نهاية فترة العشرين دقيقة يسجل منسوب سطح الطين العالق إلى أقرب ١,. من البوصة .

ح- يتم إنزال قدمة الثقل في الاسطوانة بلطف حتى تستقر على سطح الرمل ثم يلف القضيب بخفة بدون الضغط إلى أسفل حتى يمكن رؤية أحد مسامير القلاووظ التي تضبط المحور ، يسجل المنسوب عند

محور القلاووظ وتعتبر هذه القراءة على أنها عند السطح العلوى للرمل.

ط- يحسب مكافىء الرمل باستخدام هذه العلاقة :

$$\text{م ر} = \frac{\text{القراءة عند سطح الرمل}}{\text{القراءة عند سطح الطين}} \times ١٠٠$$

وإذا كانت قيمة مكافىء الرمل أقل من القيمة المنصوص عليها يجرى اختبارين إضافيين آخرين على نفس المواد وتؤخذ القيمة المتوسطة للنتائج الثلاثة على إنها هى مكافىء الرمل .

ى- ولتفريغ الاسطوانة توضع السدادة عليها ثم ترج إلى أعلى وإلى أسفل فى وضع مقلوب حتى يتفكك الرمل وبعد ذلك يفرغ بسرعة وتشطف بالماء مرتين. ولا تعرض الأسطوانة البلاستيك لضوء الشمس المباشر أكثر من اللازم .

إختبارى الإستطالة والتفلطح

يتم التعبير عن شكل حبيبات الركام بمقدار نسبة الحبيبات المفلطحة والمستطيلة التى تحتويها المادة .

١- معامل التفلطح (م ٠ ت)

يُعبر عن معامل التفلطح للركام على أنه نسبة الحبيبات التى يكون أقل سمك بها يقل عن ٠,٦ من مقاسها الإعتبارى (البعد المتوسط) وذلك بالوزن وطريقة الإختبار كالتالى :

١ -١ : يتم عمل التحليل المنخلى على عينة جافة كما سبق أن ذكرنا من قبل وذلك بإستخدام مناخل من مقاس ٦٣ مم حتى ١٠ مم (من ٢ ونصف بوصة حتى ٨/٣ بوصة) . ويتم استبعاد الحبيبات التى تحجز على منخل مقاس ٦٣مم (٢ ونصف بوصة) أو تمر من منخل مقاس ١٠ مم (٨/٣ بوصة) وذلك بإستخدام الجهاز المبين بشكل (١٠)

محور القلاووظ وتعتبر هذه القراءة على أنها عند السطح العلوى للرمل.

ط- يحسب مكافىء الرمل باستخدام هذه العلاقة :

$$\text{م ر} = \frac{\text{القراءة عند سطح الرمل}}{\text{القراءة عند سطح الطين}} \times ١٠٠$$

وإذا كانت قيمة مكافىء الرمل أقل من القيمة المنصوص عليها يجرى اختبارين إضافيين آخرين على نفس المواد وتؤخذ القيمة المتوسطة للنتائج الثلاثة على إنها هى مكافىء الرمل .

ى- ولتفريغ الاسطوانة توضع السدادة عليها ثم ترج إلى أعلى وإلى أسفل فى وضع مقلوب حتى يتفكك الرمل وبعد ذلك يفرغ بسرعة وتشطف بالماء مرتين. ولا تعرض الأسطوانة البلاستيك لضوء الشمس المباشر أكثر من اللازم .

إختبارى الإستطالة والتفلطح

يتم التعبير عن شكل حبيبات الركام بمقدار نسبة الحبيبات المفلطحة والمستطيلة التى تحتويها المادة .

١- معامل التفلطح (م . ت)

يُعبر عن معامل التفلطح للركام على أنه نسبة الحبيبات التى يكون أقل سمك بها يقل عن ٠,٦ من مقاسها الإعتبارى (البعد المتوسط) وذلك بالوزن وطريقة الإختبار كالتالى :

١-١ : يتم عمل التحليل المنخلى على عينة جافة كما سبق أن ذكرنا من قبل وذلك بإستخدام مناخل من مقاس ٦٣ مم حتى ١٠ مم (من ٢ ونصف بوصة حتى ٨/٣ بوصة) . ويتم استبعاد الحبيبات التى تحجز على منخل مقاس ٦٣مم (٢ ونصف بوصة) أو تمر من منخل مقاس ١٠ مم (٨/٣ بوصة) وذلك بإستخدام الجهاز المبين بشكل (١٠)

وتوزن باقى الكميات المحجوزة على المناخل الأخرى (م١) .

١-٢ : يتم حساب النسب المحجوزة على كل منخل وأى كمية تقل عن ٥ ٪ من القيمة (م١) يتم استبعادها وتكون الكتلة المتبقية عبارة عن (م٢) .

١- ٣ : يتم قياس كل جزء بإحدى الطرق التالية :

- قياس كل قطعة على حده وذلك بوضعها فى فتحات مناسبة فى مقياس خاص بالسمك .
- نخل الأقسام المختلفة ككل فى مناخل خاصة بالتفلطح وربما يكون من اللازم وضع المادة باليد فى وضعها النهائى .

ويبين الشكل رقم (١١) كلا من المقياسين

والفتحات فى مقياس التفلطح أو فى مناخلها عبارة عن ٠,٦ من متوسط مقاس المنخل القياسى التى تمر منه الحبيبات أو تحجز عليه وكمثال فإن المواد التى تمر من منخل مقاس ٢٨ مم (تقريباً ١ ونصف بوصة) وتحجز على مقاس ٢٠ مم (تقريباً ٣/٤ بوصة) ويعطى بواسطة فتحة مقاسها كالتالى :

$$٠,٦ \times \frac{(٢٨ + ٢٠)}{٢} = ١٤,٤ \text{ مم}$$

١- ٤ : توزن الحبيبات التى تمر من المناخل أو من المقياس ويعبر عنها بالكتلة (م٣) ويكون معامل التفلطح هو مجموع أوزان المواد المارة من الفتحات المختلفة للمقياس ويعبر عنها كنسبة من الكتلة الإجمالية التى تم إختبارها كالتالى :

معامل التفلطح = $\frac{م_٣}{م_٣}$ × ١٠٠ = % لأقرب رقم صحيح

١ – ٥ : يتم إجراء الإختبار على منخل مقاس واحد وذلك للأحجار المسكرة المستخدمة فى أعمال المعالجة السطحية أو للركام الذى يستخدم كحصويات مكسرة وسابقة التغطية والتى تستخدم مع الأسفلت الساخن.

٢ – معامل الإستطالة (م . س)

يعبر عن معامل الإستطالة على أنه النسبة بالوزن للحبيبات التى يكون طولها (أكبر بعد) زائدا عن ١,٨ مرة من مقاسها الإعتبارى ويعتبر ذلك الإختبار هاما للأحجار المسكرة ذات الحجم الواحد وبالرغم من ذلك فإنه نادرا ما ينص على إجرائه بالمواصفات ، ويجرى الإختبار كالتالى:

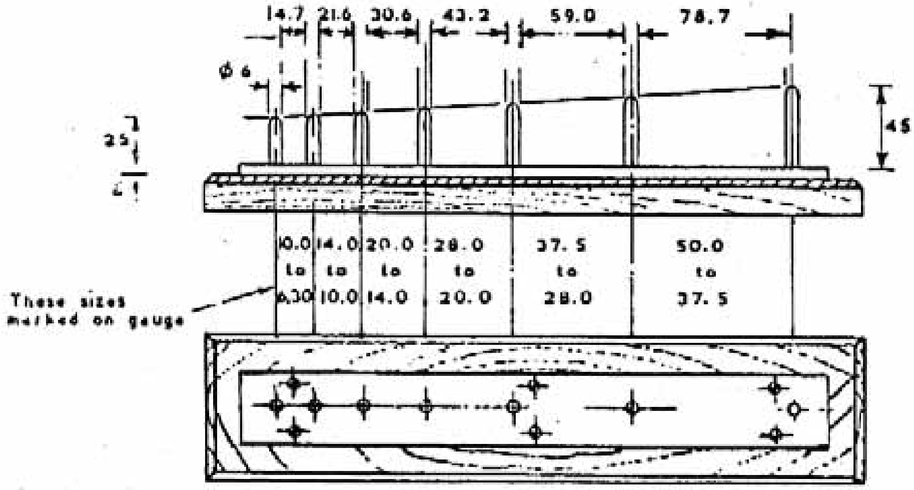
٢-١ : يتم إجراء التحليل المنخلى كما سبق أن بينا فى إختبار معامل التفلطح ولكن فى هذا الإختبار يشترط إستخدام الحبيبات المارة من منخل مقاس ٥٠ مم (٢ بوصة) وتحجز على منخل مقاس ٦,٣ مم (ربع بوصة).

٢-٢ : المواد التى تكون نسبة أقل من ٥% من المواد المستخدمة يتم استبعادها كما وضح فى اختبار التفلطح ويتم تجميع الأوزان المتبقية لنحصل على الكتلة ($م_٢$).

٢-٣ : يتم قياس كل جزء على حده وذلك بمقارنة كل حبيبة باليد مع مقياس الطول المبين بشكل (١١) وكمثال فإن المواد التى تمر من منخل مقاس ٢٨ مم (١,١٢٥ بوصة) وتحجز على منخل مقاس ٢٠مم (تقريبا ٣/٤ بوصة) سوف تكون بمقاس بينى قيمته ١,٨ × ٢٤ = ٤٣,٢ مم

٢- ٤ : يتم وزن الحبيبات التى لاتمر من المقاسات المحددة لتعطى الكتلة (م٣) . ويكون معامل الإستطالة معبراً عنه بالعلاقة التالية :

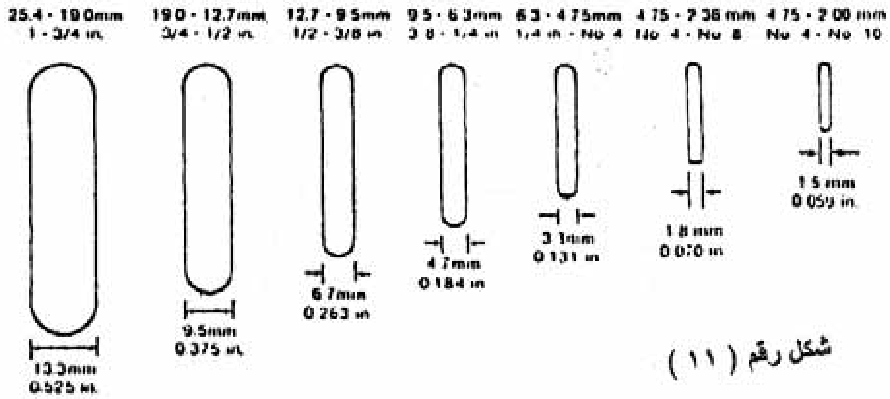
$$\text{معامل الإستطالة} = \frac{م_3}{م_2} \times ١٠٠ = \text{٪ لأقرب رقم صحيح}$$



Dimensions are in millimetres

Figure 10 Length gauge

شكل رقم (١٠)



شكل رقم (١١)

Fig.11. Slotted Sieve Openings for Testing Aggregates for Elongated Flat Particles

دليل المصطلحات

الباب الأول

AASHTO	الاتحاد الامريكى لمسؤلى الطرق والنقل بالولايات
Abrasion	برى (سحج)
Abrasive	حكاك (ساحج)
Accelerator	معجل
Acid value (number)	رقم الحموضه
Acrylic resin	راتينج اكليريك
Adhesion	التصاق
Adsorption	ادمصاص (امتزاز)
Aging	تعمر (انقضاء للعمر)
Air blown asphalt	الاسفلت المنفوخ (المؤكسد)
Air-cooled slag	ركام خبث الأفران المبرد هوائياً
Air drying	تجفيف هوائى
Airless spraying	رش غير هوائى
Alkyd resins	راتنجات الألكيد
Alligatoring crack	تشقق تمساحى
Aluminum paints	بويات الألومنيوم
Aluminum silicates	سيليكات الألومنيوم
Anionic emulsion asphalt	مستحلبات أسفلتيه أنيونيه (سالبة الشحنه)
Anti-condensation paints	بويات مقاومه للتكثف
Anti-corrosive paints	بويات مقاومه للصدأ
Anti-settling agents	مواد مانعه للترسيب
Anti-skinning agents	مواد مانعه للقشرة الجلدية
Artificial aggregates	ركام صناعى
Asphalt	أسفلت
Asphalt additives	اضافات الأسفلت

Asphalt cement	الأسفلت الصلب
ASTM	الجمعية الأمريكيه لاختبار المواد
Baryte	الباريت
Base couse	طبقة الأساس
Bitumen-oil paints	بويات زيتيه بيتومينيه
Bituminous cold and hot mixes	خلطات أسفلتيه على البارد وعلى الساخن
Bituminous paints	بويات بيتومينيه
Bituminous varnish	ورنيش بيتوميني
Blanc fix	أبيض ثابت
Blast cleaning	تنظيف بالسفح
Blast furnace slag	ركام خبث الأفران
Bleeding	نضح (تزيف)
Blending	مزج
Blooming	تزهر
Boiled oil	زيت مغلى
Boiling point	نقطة الغليان
Boulders	جلاميد
Bridging	تقنطر (تكوين قنطره)
Bristles	شعر خشن
Brushabilit	قابلية الدهان بالفرشاه
Brush marks	علامات الفرشاه
Cadmium yellow	أصفر الكادميوم
Caking	ترسيب صلد (تكتل)
Calcium carbonate	كربونات الكالسيوم
Calcium drier	مجفف الكالسيوم
California Bearing Ratio (CBR)	نسبة تحميل كاليفورنيا
Carbon black	أسود الكربون
Carbonate rocks	الصخور الكربونية

Carnauba wax	شمع كارنوبا
Catalyst	حفاز
Cationic emulsion asphalt	مستحلبات أسفلتيه كتيونية (موجبة الشحنة)
Cement concrete courses	طبقات الخرسانة الأسمنتيه
Cement paint	دهان أسمنتى
Chalking	تجير
Cheesy	تجبن
Chemically active pigments	مخضبات نشطة كيماوياً
China clay	طمى صينى
Chrome orange	برتقالى الكروم
Chrome yellow	أصفر الكروم
Chromium oxide	أكسيد الكروم
Citron yellow	أصفر ليمونى
Clearcole (Claircolle)	معجون غالق
Coalescents	مواد لاحمة (دامجة)
Coal-tar epoxy	ايبوكسى أساسه القار
Coal-tar solvents	مذيبات قطران الفحم
Coal-tar urethane paints	بويات يوريثان أساسها القار
Coat	طبقة الطلاء
Cobalt drier	مجفف الكوبلت
Cobalt yellow	أصفر الكوبلت
Cobbles	روس كلاب
Cobwebbing	نسيج عنكبوتى
Cohesion	تماسك
Co-polymerization	بلمرة تساهمية
Co-polymers	بوليمرات تساهمية
Corrosion	تآكل (صدأ)
Covering power	قوة التغطية
Cracking	تشقق

Crosslinking bonds	روابط متعارضة
Crushed aggregates	ركام ناتج تكسير الكسارات
Crystallizing	تبلر (تبلور)
Curing	معالجة (انضاج)
Cutback liquid asphalt	أسفلت سائل
Deflocculating agent	ماده مانعه للتجميع
Degreaser	مزيل الشحوم
Dilent Plasticizer	ملدن مخفف
Dipping	غمس (غمر)
Dispersion	تشتت
Drag (brush)	سحب (فرشاه)
Dry spray	رش جاف
Drying oil	زيت جاف
Drying time	زمن الجفاف
Durability	تحمل
Dust free	خال من الغبار
Dyes	صبغات
Elongation index	معامل الاستطالة
Emulsifying agent	مادة مستحلبة (عامل الاستحلاب)
Emulsified asphalt	المستحلبات الاسفلتية
Emulsion	مستحلب
Emulsion paints	بويات مستحلبة
Epoxy resins	راتينجات الايبوكسى
Erosion	نحر
Extenders	مواد موسعة
Extender plasticizer	ملدن موسع
Extrusive igneous rock	صخر نارى سطحى
Fadeometer	جهاز قياس الاحتفاظ باللون
Fading	شحوب (بهتان)

Fatty acids	أحماض دهنية
Feather edging	ترقيق الحافة
Feeding	أنعقاد (الدهان)
Felting down	دعك باللباد
Fibers	الالياف
Fillers	مواد مالئة
Filling power	قوة الملئ
Fine aggregates	ركام (حصى رفيع)
Finesse	النعومة
Finish coat	طبقة طلاء نهائية
Flaking	تقشر
Flakiness index	معامل الرقائق
Flash point test	أختبار درجة الوميض
Flexibility	مرونة
Floating	طفو
Flocculating agent	عامل تجمع
Flow	انسياب (تدفق)
Fluorescent paints	بويات فلوريسنية
Fluorescent pigment	مخضب فلوريسينى
Fragments	قطع - بقايا
Friable	سهل التفتت
Frothing	تكون الرغوة
Fugitive colors	ألوان سريعة البهتان
Glazing	تزجيج
Gloss	لمعان
Glue	غراء
Gradation	تدرج
Gravel	زلط
Grind gauge	مقياس الطحن

Grinding	طحن
Hard dry	جفاف (جفاف حتى الصلادة)
Harder	مصلد
Hardness	صلادة
Hard settling	ترسيب صلد (تكتل)
Humidity	رطوبة
Hydrocarbon resins	راتينجات الهيدروكربون
Igneous rocks	صخور ناريه
Impact resistance	مقاومة الصدمات
Inert	خامل
Inert pigment	مخضب خامل
Inorganic pigments	مخضبات غير عضوية
Intrusive - igneous - rock	صخر نارى باطنى
Iodine number (value)	الرقم اليودى
Kinematic viscosity	اللزوجه الكينماتيكيه
Lead carbonate basic	كربونات الرصاص القاعدية
Lead free	خال من الرصاص
Lead oxides	أكاسيد الرصاص
Lead sulphate basic	كبريتات الرصاص كمخضب أبيض
Leveling	تسوية
Limestone	الحجر الجيرى
Lining	تبطين
Luminous paints	بويات مضيئة
Mask tape	شريط أخفاء لاصق
Medium curing	متوسط التطاير
Medium setting	متوسط التصلب (الترسيب)
Metamarphic Rocks	صخور محولة
Mica	ميكا
Mineral filler	البودرة

Mineral oil	زيت معدنى
Modulus of Elasticity	معامل المرونة
Moisture content	محتوى الرطوبة
Natural aggregates	ركام طبيعى
Non-convertible coatings	طلاءات غير متغيرة
Non-volatile matters	المواد غير المتطايرة
Opacity	عتامة
Opaque	معتم
Paint	بوية – دهان – طلاء
Paint heater	سخان للبويات
Peeling	تسلخ (تقشر)
Penetration	درجة الغرز
Pigment	مخضب
Pigment-binder-ratio	نسبة المخضب الى المادة الرابطة
Pigment volume concentration	التركيز الحجمى للمخضب
Pin-holing	تكون الثقوب الصغيرة (رأس الدبوس)
Pitting	تنقير
Placing	الصب
Plastic paints	بويات لدنه
Polymer	بوليمر (عديد الجزئ)
Polymerization	بملرة (تعدد)
Polypropylene	البولى بروبلين
Primary coat	طبقة طلاء أوليه
Primer	دهان بادئ (أولى)
Print free	خالية البصمة
Putty	معجون
Quality control	ضبط الجودة
Radiant heat staving	تجفيف بالاشعاع الحرارى
Rain spotting	التبقع بالامطار

Rapid setting	سريع التصلب (الترسيب)
Recoat time	زمن اعادة الطلاء
Relative humidity	الرطوبة النسبية
Removers	مزيلات
Resins	راتينجات
Rust	صدأ
Rutting	التخدد
Sagging	الانخاء
Salt spray	رش ملحى
Sand	رمل
Sand equivalent	مكافئ الرمل
Sand mills	طواحين رملية
Sealer	غالق (لاحم)
Secondary plasticizers	ملدنات ثانوية
Sedimentary rocks	صخور رسوبية
Settlement	هبوط
Setting and hardening	الشك والتصلب
Setting time	زمن الشك
Sheernees	لمعان غير منتظم
Shelf life	فترة التخزين
Shriveling	تجعد
Silt	طمى
Slag	خبث الحديد
Slow curing	بطئ التطاير
Slow setting	بطئ التصلب (الترسيب)
Softening point	درجة التطرية
Solid content	المحتوى الصلد
Solid volume	حجم المواد الصلدة
Solvent	مذيب

Soundness test	أختبار التفتت (التحلل)
Surface texture	ملمس السطح
Specific gravity	الكثافة النوعية (وزن نوعى)
Spotting	تبقع
Spreading rate	معدل الانتشار
Steel fibers	الياف الصلب
Storage	تخزين
Snthetic resin	راتينج اصطناعى
Tack free	خال من التلصق
Tar	قطران، قار
Tar paint	دهان قطران
Texture	نسيج
Thickening agents	مواد مغلظة
Thinning Ratio	نسبة التخفيف
Thixotropic paints	بويات ذات جسوء كاذب
Thixotropy	جسوء كاذب
Titanium-calcium pigment	مخضب التيتانوم والكالسيوم
Titanium dioxide	ثانى أكسيد التيتانيوم
Toluene	الطولويدين
Tone	درجة اللون
Touch dry	جفاف حتى اللمس
Toughness	الصلابة
Traffic paints	بويات مرور
Allege	فراغ هوائى
Ultraviolet rays	الاشعة فوق البنفسجية
Unit weight	وزن وحدة الحجوم
Urethane resins	راتينجات اليورثيان
Vegetable oils	زيوت نباتيه
Viscosity test	اختبار اللزوجة

Warm colors	ألوان دافئة
Washabillity	قابلية للغسيل
Water blasting	سفع بالماء
Water-cooled slag	ركام خبث الافران المبرد مائى
Water / cement ratio	نسبة الماء الى الأسمنت
Water spotting	تبقع الماء

الباب الثانى

Absoute volume	الحجم المطق
Aerated concrete	خرسانة مهواه
Air-entrained concrete	خرسانة ذات الهواء المحبوس
Batch	وحدة كمية الخلطة
Consistency	القوام
Design criteria	المعايير التصميمية
Durability	المقاومة للظروف الجويه
Fatigue	الكلل
Flexural strength	جهد الكسر بالانحناء
Former	اطار أو قالب التشكيل
Fresh concrete	خرسانه طازخه
Hardening	التصلب
Mix design	تصميم الخلطه
Mixed in place	الخلط الموضعى
Mixing	الخلط
Moisture content	محتوى الرطوبه
Molding	تشكيل
Nominal Size	المقاس الاعتبارى
Overlays	طبقات التقويه السطحيه
Porosity	المساميه
Quick setting	سريع الشك
Rapid hardening	سريع التصلب
Repair	ترميم -- اصلاح

Retarders	المواد المؤجله للشك أو التصلب
Skidding	الانزلاق
Slica fume	غبار السليكا
Test for consistency	اختبار الهبوط لتحديد القوام
Stability	الثبات
Voids	الفراغات

الباب الثالث

Air voids	الفراغات الهوائية
Asphalt paving mixtures	خلطات الرصف الأسفلتية
Binder course	طبقة رابطه
Cold mixes	خلطات باردة
Flow	الانسياب
Hot mixes	خلطات ساخنه
Hydration	التميؤ
Marshall test	إختبار مارشال
Premix macadam	طبقة المكدام السابقة الخلط
Prime coat	طبقة الدهان الأولى (التشريب)
Sand mixes	مخلوطات رمليه
Surface (wearing) course	طبقة سطحيه
Surface treatment	المعالجة السطحيه
Tack coat	طبقة اللصق
Voids in mineral aggregate	الفراغات الكليه فى الركام
Water content	محتوى الرطوبه

الباب الرابع

Absorption	الإمتصاص
Brittleness	التقصف
Distortion	الإلتواء
Joints	فواصل

الباب الخامس

Central plant	محطة مركزية
Recycling	إعادة التشغيل

الباب السادس

Elongation and flakiness test	إختبار الإستطاله والتفلطح
Modulus of subgrade reaction (K)	معامل رد فعل التربه
Plate bearing test	إختبار لوح التحميل
Soundness test	إختبار التفتت (التحلل)
Shear strength	جهد القص
Whal-tracking test	إختبار العجله الترديديه